Phyt. 620 rb

Schleiden

Digitized by Google

<36634150190018

<36634150190018

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

# Beiträge zur Botanik.

I.

Digitized by Google

Digitized by Google

# Beiträge zur Botanik.

---

Gesammelte Aufsätze

von

**M. J. Schleiden,**

Dr. der Rechte, der Philosophie und der Medicin,
ausserordentl. Prof. zu Jena.

Erster Band.

Mit neun lithographirten Tafeln.

---

Leipzig,
Verlag von Wilh. Engelmann.
1844.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Digitized by Google

# Vorwort.

Um mannigfachen freundlichen Aufforderungen zu genügen, gebe ich in Folgendem einen vollständigen Abdruck aller meiner kleineren in Zeitschriften zerstreuten botanischen Arbeiten. Die Sammlung der grössern in Zeitschriften veröffentlichten Arbeiten soll so bald als möglich folgen. — Ich habe alle einzelnen Arbeiten ganz ohne Abänderung abdrucken lassen, etwa die Verbesserung blosser Druckfehler abgerechnet. Wo ich später meine Ansichten über einzelne Punkte geändert, wo ich eine Bemerkung glaubte hinzufügen zu müssen, ist es in einer Anmerkung geschehen, die sich von den übrigen den Aufsätzen selbst angehörigen Anmerkungen durch einen Stern (*) auszeichnet. Im

Digitized by Google

Ganzen habe ich wenig zu widerrufen gehabt, aber, wenn es auch mehr gewesen wäre, würde ich es doch vorgezogen haben, den frühern Irrthum stehen zu lassen und nur die Verbesserung daneben zu setzen. — Bei der Inhaltsanzeige habe ich genau die Zeit und den Ort angegeben, wann und wo jede einzelne Arbeit erschienen ist. Möge diese Sammlung eine freundliche Aufnahme finden.

Jena im December 1843.

**M. J. Schleiden.**

Digitized by Google

# Inhalt.


Seite

**I. Notiz über die Einwirkung freier Kohlensäure auf die Ernährung der Pflanzen** ..... 1
(*Wiegmann's* Archiv 1837. B. I. S. 279.)

**II. Botanische Notizen.** Hierzu Fig. 1 — 13 ..... 3
1. Ueber Bodenstetigkeit der Pflanzen ..... 3
2. Ueber den Inhalt des Pollenkorns ..... 3
3. Ueber die Grübchen in der Epidermis einiger Blätter ..... 5
4. Zur Geschichte der Metamorphose ..... 9
5. Ueber das Vorkommen der Spaltöffnungen ..... 9
6. Harmlose Bemerkungen über die Natur der Spaltöffnungen. 10
7. Einige Bemerkungen über die sogenannte Holzfaser der Chemiker ..... 13
(*Wiegmann's* Archiv 1838. Bd. I. S. 49. und Taf. III.)

**III. Botanische Notizen.** Hierzu Fig. 14 — 27 ..... 21
1. Ueber die Blüthe der Loranthaceen ..... 21
2. Ueber die morphologische Bedeutung der Placenta ..... 24
3. Andeutungen über die anatomisch-physiologischen Verschiedenheiten der Stengelgebilde ..... 29
4. Ueber die weibliche Blüthe der *Cannabineae* ..... 40
5. Einige Bemerkungen über die Hydropeltideen ..... 40
6. Ueber einige eigenthümliche Bastzellen ..... 42
7. Ueber die sogenannten Luftwurzeln der tropischen Orchideen 43
(*Wiegmann's* Archiv 1839. Bd. I. S. 211. und Tafel VII.)

**IV. Botanische Notizen.** Hierzu Fig. 28 — 38 ..... 45
1. Ueber Bastarderzeugung und Sexualität ..... 45
2. Ueber Krystalle in Kryptogamen ..... 56
3. Ueber das Verhältniss der Cytoblasten zum Lebensprocess der Pflanzenzelle ..... 57
4. Ueber die Ausdehnung der vegetabilischen Faser durch Feuchtigkeit ..... 66
5. Ueber den Bau der Zellenmembran bei Moosen und Lebermoosen ..... 69
6. Zur Kenntniss von *Pellia epiphylla* ..... 72
7. Ueber den Bau des Eichens bei Ericeen, Scleranthaceen, und Typhaceen ..... 73
8. Ueber das Zerfallen der Conferven in ihre einzelnen Glieder. 79


Digitized by Google

9. Ueber die Spiralzellenschicht in der Frucht der Laurineen. 81
10. Spaltöffnungen auf Saamenintegumenten..... 83
11. Ueber den Familiencharakter der Elaeagneen..... 83
(*Wiegmann's* Archiv 1839. Bd. I. S. 253. Taf. VIII.)

**V. Einige Blicke auf die Entwicklungsgeschichte des vegetabilischen Organismus bei den Phanerogamen.** Hierzu Fig. 38 — 68..... 86
(*Wiegmann's* Archiv 1837. Bd. I. S. 289. Taf. VIII.)

**VI. Beiträge zur Phytogenesis.** Hierzu Fig. 69—103. 121
(*Müller's* Archiv 1838. S. 137. Taf. III, IV.)

**VII. Einige Bemerkungen über den vegetabilischen Faserstoff und sein Verhältniss zum Stärkemehl**..... 160
(*Poggendorff's* Ann. 1838. Bd. 43. S. 391.)

**VIII. Ueber das Amyloid, eine neue Pflanzensubstanz;** von Dr. *Th. Vogel* und Dr. *M. J.Schleiden*... 168
(*Poggendorff's* Ann. 1839. Bd. 46. S. 327.)

**IX. Noch einige Bemerkungen über den vegetabilischen Membranenstoff und sein Verhältniss zum Stärkemehl**..... 172
(*Flora* 1840. No. 47, 48.)

**X. Bemerkungen über Spiralbildungen in der Pflanzenzelle.** Hierzu Fig. 104 — 118..... 185
(*Flora* 1839. No. 21, 22. und Taf. V.)

**XI. Beiträge zur Kenntniss der Ceratophylleen.** Hierzu Fig. 119 — 134..... 200
(*Linnaea* 1837. Bd. II. S. 512. Taf. XI.)

**XII. Nachträge zur Kenntniss der Ceratophylleen.** Hierzu Fig. 135, 136..... 227
(*Linnaea* 1838. Bd. XII. S. 344. Taf. IV. Fig. A. 1 u. 2.)

**XIII. *Prodromus monographiae Lemnacearum* oder *Conspectus generum atque specierum*** 229
(*Linnaea* 1839. Bd. XIII, S. 384.)

**XIV. Bemerkungen über die Species von *Pistia*.**..... 236
(Allg. Gartenzeitung von *Otto* und *Dietrich* 1838. No. 3.)

Digitized by Google

# I.

## Notiz über die Einwirkung freier Kohlensäure auf die Ernährung der Pflanzen.

In *C. L. Treviranus* Physiologie der Gewächse Bd. I. S. 403 findet sich folgende Stelle:

„Auch müsste in der Nähe und am Rande kohlensaurer Quellen, so wie in einem von Kohlensäure durchdrungenen Boden die Vegetation üppiger seyn, was man doch ebenfalls nicht wahrnimmt.“

Dieser Ausspruch veranlasst mich zur öffentlichen Mittheilung der folgenden Thatsache, indem ich glaube, dass eine genauere Untersuchung hier wohl von Interesse wäre. Ich kann nur darauf aufmerksam machen, da meine Erinnerung daran aus einer Zeit herstammt, wo ich Botanik noch mehr als Nebensache betrachtete.

Das Thal von Göttingen, welches bekanntlich fast ganz von Muschelkalkbergen gebildet wird, hat eine Menge Quellen, die theils aus dem Muschelkalke selbst, theils auf der Sohle desselben, auf dem bunten Sandstein entspringen. — Alle, besonders aber die ersteren, enthalten viele freie Kohlensäure. Vorzugsweise merkwürdig ist in dieser Hinsicht die Quelle, deren Abfluss die Wehnder Papiermühle treibt. In einem engen Kessel bilden sich durch dieselbe 4—5 kleine Bassins, in einem Umkreise von etwa 50 Schritt im Durchmesser, und ihr Gewässer fällt unmittelbar darauf vereinigt auf die Mühlenräder. — Dies Wasser enthält grosse Mengen kohlensauren Kalkes in überschüssiger Kohlensäure gelöst und derselbe wird schon unterhalb des Mühlengefälles als sogenannter Duckstein abge-



Digitized by Google

setzt, in grösserer Menge jedoch nach weiterem Verlauf des Baches beim Dorfe Wehnde, wo er zu Bausteinen gebrochen wird. Diese Quellen entwickeln nun eine solche Menge Kohlensäure, dass das Wasser, zumal in dem einen Becken, fast zu kochen scheint, und man in wenigen Minuten mehrere Kubikfuss Kohlensäure auffangen kann.

Was nun sogleich jedem Laien schon in die Augen fällt, ist das saftige üppige Grün und die reiche Vegetation sowohl in dem Becken selbst, als in der nächsten Umgebung auf dem vom Quellwasser zum Theil versumpften Boden, eine Vegetation, die im Frühling um ganze Wochen früher erscheint, und im Herbst länger dauert als sonst in jener Gegend. Unter den Pflanzen erinnere ich mich besonders des *Sium angustifolium*, das mit auffallend schönem und frischem Grün, zumal den Boden des Bassins überzieht, in welchem die Entwicklung von Kohlensäure am stärksten ist, so dass die Pflanzen von der brodelnden Bewegung des Wassers beständig hin- und hergeschüttelt werden. Am Ufer und im Sumpf sind *Ranunculus lanuginosus* (2 Fuss hoch und höher), *Ficaria verna*, *Caltha palustris* und *Primula elatior* mir durch ihre üppige Entwicklung im Frühjahre besonders erinnerlich; auch weiss ich nicht schönere Exemplare von *Hypnum riparioides* (beständig fructificirend) und von *Batrachospermum moniliforme* gesehen zu haben, als in dem mit Brettern gefassten Mühlengraben. Es scheint hier allerdings die freie Kohlensäure im Wasser einen vortheilhaften Einfluss auf die Vegetation auszuüben.

Aehnliche Erscheinungen, nur nicht in so hohem Grade, zeigt auch die Quelle der Rasenmühle, in deren sehr grossem und tiefem, sehr kaltem, aber im Winter nicht frierendem Becken besonders *Hippuris vulgaris* ausnehmend kräftig entwickelt ist. — Es genügt hier, die Aufmerksamkeit auf diese Thatsache gelenkt zu haben, eine genauere Beobachtung aber würde gewiss nicht ohne Resultat für die Wissenschaft bleiben*).

*) Aehnliche Beobachtungen kann man in grösster Ausdehnung im Muschelkalkthale der Saale machen. Alle stark mit Kohlensäure geschwängerten Quellen zeigen hier dieselben Erscheinungen.

Digitized by Google

# II.

# Botanische Notizen.

### 1) Ueber Bodenstetigkeit der Pflanzen.

In *Unger* „über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse," S. 172, wird *Euphorbia Cyparissias* als kalkstete Pflanze aufgeführt. — Eigenthümlich ist es, dass, während diese Pflanze in unermessener Menge die Sandheiden in der Umgegend von Berlin bedeckt und mit unverminderter Individuenzahl auch die Kalkberge von Rüdersdorf überzieht, dieselbe auf dem Muschelkalk in der Umgebung von Göttingen gänzlich fehlt, dagegen sogleich auftritt, wenn man bei Witzenhausen den Muschelkalk verlässt und den bunten Sandstein betritt. — Die Pflanze ist also bald kalkstet, bald sandstet, bald wieder gemeinschaftlich, was darauf hinzudeuten scheint, dass zwar allerdings der Boden einen wesentlichen Einfluss auf das Vorkommen der Pflanzen ausübt, aber nur neben einer anderen, dem Einfluss des Bodens noch übergeordneten, jedoch durch diesen wirksamen Ursache, die vielleicht klimatisch, auf jeden Fall bis jetzt von uns nicht einmal erkannt, noch weniger aber als Gesetz aufgefasst ist.

### 2) Ueber den Inhalt des Pollenkornes.

Im vorigen Jahrgang dieses Archivs (S. 428.) tadelt mich *Meyen*, dass ich behauptet: „der Inhalt des Pollens sei zum grössten Theil Stärke." *Meyen* hat die Stelle, wo ich das gesagt haben soll, nicht angeführt, und ich habe es in der That nirgends gesagt. — Wahrscheinlich hat ihm indess eine Stelle (*Wiegmann's* Archiv 1837. S. 315) vorgeschwebt, wo ich



Digitized by Google

ziemlich beiläufig gesagt: „der Inhalt des Pollens besteht im Wesentlichen aus Stärke.“ Dass beide Sätze einen himmelweit verschiedenen Sinn haben, bedarf keiner Nachweisung. — Indess war jene Bemerkung von mir damals nur im Vorbeigehen gemacht, indem ich auf Amylum nur in sofern Werth legte, als es der uns bekannteste bildungsfähige Stoff in dem Pflanzenorganismus ist, und gern will ich zugeben, dass ich mich daselbst in incorrecter Kürze ausgedrückt habe. Es lag nämlich schon damals mein Aufsatz über Zellenbildung (s. *Müller's* Archiv f. Physiol. Bd. 1838. Heft 2) fertig vor mir, und indem ich in der angeführten Stelle sagte: „es würde mich zu weit führen, wollte ich auch die Zellenbildung daselbst ausführlich behandeln,“ bezog ich dieses stillschweigend mit auf die Erläuterung des streitigen Punktes.

Es will mich übrigens bedünken, als hätten die gründlichen chemisch-mikroskopischen Untersuchungen von *Fritsche* über den Pollen (Petersburg 1837) den angeblichen Saamenthierchen so ziemlich das Garaus gemacht, denn es verträgt sich doch schlecht mit der thierischen Natur, dass die lebhaften, scheinbar infusoriellen Bewegungen nach Zusatz von absolutem Alkohol, in welchem Iodine gelöst (ein Gift, welches alle Infusorien und thierischen Spermatozoen sogleich tödtet), ungestört fortdauern, wie *Fritsche* ganz allgemein angiebt und ich selbst in vielen Fällen beobachtet habe.

Bei den Oenotheren aber, auf die sich *Meyen* vorzugsweise beruft, habe ich durchaus nichts von Saamenthierchen wahrnehmen können, und gerade bei ihnen besteht der Polleninhalt *quoad solida* auch zum grössten Theil aus Stärke. Ich habe wenigstens bei *Oen. simsiana*, *grandiflora* und *crassipes* durchaus nichts anderes im Pollen finden können, als Gummilösung und die von *Brongniart* als Saamenthierchen beschriebenen, leicht kenntlichen, spindel- oder halbmondförmigen Körperchen. Diese sind aber bestimmt Stärke und bleiben Stärke, selbst wenn der Pollenschlauch schon tief in den *nucleus* des Eichens eingedrungen ist. Um die Stärke aber hier durch Iod zu erkennen, muss man sich der wässerigen Solution bedienen, da bei der weingeistigen Tinctur einestheils das Gummi coagulirt, anderentheils aber die Stärke so dunkel

Digitized by Google

gefärbt wird, dass man bei der Kleinheit der Körnchen nicht mehr über die Farbe urtheilen kann, und sie wegen des umhüllenden Gummi leicht für dunkelbraun ansieht. Die Krümmungen dieser angeblichen Saamenthierchen, die von Manchen beobachtet sein sollen, erklären sich übrigens sehr leicht, da wenigstens viele von ihnen halbmondförmig gebogen sind, und in Bewegung daher, je nach ihrer Stellung zum Auge, bald rechts, bald links gekrümmt, bald gerade erscheinen.

Es ist übrigens nicht immer ganz leicht, das Stärkemehl in den Pflanzen durch Iodine zu erkennen. Um nur ein Beispiel anzuführen, erwähne ich der in saftigen Pflanzen gar nicht selten als Träger des Chlorophylls vorkommenden Stärke. Hier ist es oft der Fall, dass das durch absoluten Alkohol oder Aether vom Chlorophyll befreite Amylum im ersten Augenblicke auf *Tra. Iod.* gar nicht reagirt, und erst nach längerem Liegen (von 5 Minuten zuweilen) eine helle bläuliche Färbung annimmt, welche noch viel später in ein dunkleres Blau übergeht, wie ich es noch kürzlich unter anderem bei *Tradescantia hirsuta* beobachtete.

### 3) Ueber die Grübchen in der Epidermis einiger Blätter.

Im so eben angeführten Bande dieses Archivs, S. 424, hat *Meyen* eigenthümliche trichterförmige Vertiefungen auf den Blättern von *Pleurothallis ruscifolia* beschrieben und abgebildet, und dieselben für Stellvertreter der Spaltöffnungen erklärt. — Ganz ähnliche Bildungen bei den Nymphaeaceen hat *Meyen* schon in seiner Phytotomie S. 96 ohne sonderliches Glück mit den Spaltöffnungen zusammengestellt, und *ib.* T. II. F. 4. eine Abbildung davon aus *Nymphaea odorata* gegeben. — Ich verfolgte schon 1833 ihre Bildungsgeschichte, und fand dadurch leicht das Verständniss derselben. Es sollte überhaupt nachgerade allgemeiner anerkannt werden, dass wir mit unsern Erklärungen und Deutungen an dem beständig in lebendiger Entwicklung begriffenen Organismus nur im Dunkel umhertappen, wenn wir ihn nicht eben als ein Werdendes, ewig sich Veränderndes auffassen und nur in seiner Entwicklung beur-

Digitized by Google

theilen. Jede Speculation über eine einzelne, aus dem Zusammenhange des Lebens herausgerissene Erscheinung spielt wahrlich bei dem jetzigen Zustande der Naturwissenschaften eine ziemlich undankbare Rolle.

Was nun die erwähnten Organe an *Nymphaea* betrifft, so will ich bei dieser Gelegenheit mittheilen, was ich früher darüber niedergeschrieben, da sie noch immer, so viel ich weiss, einer genauen Untersuchung entgangen sind. Betrachtet man die Oberhaut der untern Blattfläche eines ausgewachsenen Nymphaeaceenblattes, z. B. von *Nuphar luteum*, so zeigt sie sich etwa so, wie ich sie in Fig. 1. dargestellt. — Die Oberhautzellen sind etwas länglich 6eckig, und zwischen ihnen bemerkt man einzelne, wie eingestreute runde Zellen erscheinende, Organe. Bei genauerer Betrachtung sind sie aber nicht so einfach. — Fig. 2 stellt ein einzelnes solches Organ stärker vergrössert vor, und man erkennt nun leicht, dass man ein von einem wulstigen Rande umgebenes Grübchen vor sich hat, in dessen Grunde sich ein kleines Löchlein befindet. Die zwischen dem Rande und diesem Löchlein erscheinenden concentrischen Kreise erklären sich aber erst durch einen gelungenen Querschnitt, wie ihn Fig. 3 darstellt. Hier sieht man nämlich, dass die innere Fläche des Grübchens mit einigen leistenartig vorspringenden Reifen besetzt ist, die bei der trichterförmigen Gestalt des Grübchens einer vor dem andern um so mehr hervorragen, je tiefer sie liegen und so jene concentrischen Kreise bilden. Gehen wir nun auf den Ursprung des Organs zurück, so finden wir, dass die Blätter der Nymphäen (wie das bei vielen Pflanzen der Fall ist, die vielleicht bei genauerer Untersuchung in dieser Beziehung ebenfalls interessante Erscheinungen darbieten würden), so lange sie noch in der Knospe ruhen, mit langen, weichen, seidenartigen Haaren bekleidet sind, die bei der spätern Entwicklung der Blätter abfallen. Diese Haare bestehen aus 3 oder mehreren länglichen, cylindrischen, einfachen Zellen (*a*), und einem Bulbus von 3 bis 4 scheibenförmigen Zellen (*b*), wie das Fig. 5 zeigt. Mit diesem Bulbus sind nun die Haare in jenen Näpfchen festgewachsen (Fig. 4), obwohl in der Jugend weder die Wandung, noch der über die Fläche der Epidermis hervortretende wulstige Rand so stark

Digitized by Google

entwickelt sind, wie es sich später zeigt. Offenbar entsprechen nun die oben erwähnten Reifen auf der innern Fläche des Grübchens den Fugen zwischen den scheibenförmigen Zellen des Bulbus. — Fast immer fand ich in der Basis des Bulbus die in der Abbildung (Fig. 5, *c*) dargestellten Härchen, als seien sie eine Art von Wurzel für denselben. Ich darf indess auf diese Beobachtung nicht viel geben, da es mir nicht gelang, über die Natur der Fäserchen in's Klare zu kommen. Ich hatte damals nur ein kleines Taschenmikroskop von *Cary* mit etwa 120maliger linearer Vergrösserung zu meiner Disposition, und andere Arbeiten haben mich seitdem abgehalten, die Untersuchung wieder aufzunehmen.

In Grübchen befestigte Haare, die nach ihrem Abfallen ähnlich erscheinende Narben zurücklassen, kommen übrigens häufig vor. Ich führe hier noch zwei Beispiele an. Fig. 6 stellt ein Stückchen Oberhaut von *Acrostichum alcicorne* vor, und *a* die Narben abgefallener Haare. Diese Haare sitzen nämlich in einer kleinen Vertiefung der Oberhaut, und bestehen aus einer kurzen, stets grün gefärbten Zelle und einer sehr langen cylindrischen, wasserhellen, wie es sich Fig. 7 *a* an einem Querschnitte zeigt.

Eine zweite Form, bei der das Grübchen schon viel tiefer eingesenkt sich zeigt, findet sich bei *Peperomia peresciaefolia*. Hier sitzt in dem sehr tiefen, trichterförmigen Grübchen der Oberhaut ein Haar, welches aus zwei Zellen besteht, einer sehr kleinen bauchig-cylindrischen und einer völlig kugligen, der die vorige zum Stiel dient (vergl. Fig. 8, *a*).

Ich wende mich nun noch mit einigen kurzen Bemerkungen zu den Organen bei *Pleurothallis*, deren Eigenthümlichkeiten durch die von *Meyen* gegebene Beschreibung keineswegs erschöpft sind, wobei ich voraussetze, dass auch er die im hiesigen botanischen Garten unter dem Namen *Pleurothallis ruscifolia* vorhandene Pflanze vor Augen hatte.

Erstlich sind nicht einige wenige von diesen Organen auf der untern Blattfläche vorhanden, wie *Meyen* sagt, sondern eben so viele, vielleicht mehr als auf der obern, da sie aber auf beiden Flächen sehr unregelmässig vertheilt sind, so kann man leicht zufällig zu einer falschen Ansicht darüber kommen,

Digitized by Google

wenn man nur ein kleines Stück, nicht grössere Flächen, zur vergleichenden Untersuchung nimmt. Ich selbst hatte anfänglich geglaubt, dass sie der obern Blattfläche ganz abgingen.

Zweitens sind diese Grübchen nicht durchgehende Oeffnungen, wie *Meyen* sie darstellt, sondern etwas über ihre Mitte durch eine Membran geschlossen. Wegen der in die unterhalb vorhandene Höhlung abgesonderten Stoffe ist aber die ganze Umgebung verdunkelt und dadurch die Untersuchung sehr erschwert; auch sind die Theile dadurch sehr brüchig geworden, so dass die Membran meist durch den Schnitt abgerissen wird; indess sieht man, wenn der Schnitt genau die Mitte des Grübchens traf, an beiden Seiten stets noch die Reste derselben. — Durch passende Menstrua, z. B. ätherisches Oel etc., gelingt es leicht, die Stoffe zu entfernen, und dann stellt sich an einem genau die Mitte des Trichters treffenden Querschnitt auch die verschliessende Membran unverletzt dar (s. Fig. 9, *c*).

Drittens hat *Meyen* nicht erwähnt, dass die diesem Grübchen anliegenden Epidermiszellen eigenthümlich angeordnet sind, wie es sich auf feinen Querschnitten deutlich zeigt (Fig. 9).

Endlich hat *Meyen* ebenfalls das höchst interessante Factum übergangen, dass sowohl die regelmässig gestellten Spiralfaserzellen der untern Blattfläche, als die meist keine Spiralfasern zeigenden Zellen, die unmittelbar unter der Epidermis der obern Blattfläche liegen, in ihrer Wandung auf eine höchst eigenthümliche Weise modificirt werden, wo sie mit den um den erwähnten Trichter liegenden Zellen in Berührung treten, indem sie daselbst, eben so wie die Wände dieser Zellen selbst, netzförmig porös erscheinen (Fig. 9, *d*, 10, *c*).

Da es bei der Seltenheit der Pflanze für's erste nicht thunlich ist, diese Organe in ihrer Entwicklung zu verfolgen, so lässt sich über ihre eigentliche Bedeutung noch gar nichts mit einiger Gewissheit sagen, und ich würde auch gänzlich über diese mir längst bekannten Bildungen geschwiegen haben, wenn *Meyen* dieselben nicht zur Sprache gebracht hätte. Aus der vergleichenden Zusammenstellung mit den vorher von mir beschriebenen Bildungen scheint mir indess das Material zu einer

Digitized by Google

richtigern Deutung, als die von *Meyen* vorgeschlagene, gegeben zu sein*).

### 4) Zur Geschichte der Metamorphose.

In „*Ernst von Berg's* Biologie der Zwiebelgewächse, 1837. S. 65" kommt folgende Stelle vor: „Von der Annahme, dass Sexualorgane sich in Corollenblätter, und diese sich in Stengelblätter verwandeln sollen, halte ich, aufrichtig gesagt, überhaupt nicht viel." Also *Linné*, *Wolff*, *Goethe*, *Decandolle*, *Brown*, *Lindley* und noch so viele grosse, namentlich deutsche Botaniker haben den besten Theil ihrer Geisteskraft einem leeren Trugbild ihrer Phantasie zugewendet, welches der Herr *Ernst v. Berg* mit wenigen Zeilen in sein Nichts zerfliessen macht? — Oder wollen wir lieber gestehen, dass wir sehr in Verlegenheit sind, ob wir einen solchen Ausspruch der unbegreiflichen Unkenntniss der Thatsachen, oder der noch unbegreiflichern Beschränktheit in Erklärung derselben beimessen sollen? Solche Männer arbeiten mit an der Physiologie der Pflanzen, und ich habe auch sogar schon eine sehr preisende Beurtheilung dieser Biologie (?) gelesen.

### 5) Ueber das Vorkommen der Spaltöffnungen.

Ueber die Vertheilung der Spaltöffnungen auf der Epidermis der Pflanzen sind unendlich viele vorgefasste Meinungen lange vertheidigt und erst allmälig beseitigt worden. — Nachdem man nach und nach allen Blüthentheilen das Recht, Spaltöffnungen zu besitzen, vindicirt hat, nachdem man die Spalt-

*) Es bedarf kaum der Erinnerung, dass ich mit dem Obigen keine Feindseligkeit gegen *Meyen* beabsichtige. Ich wollte nur zeigen, dass vortreffliche Mikroskope, auf deren Besitz *Meyen* (*l. c.* S. 418.) nicht ganz ohne Grund stolz ist, allein noch nicht genügen den Besitzer vor allen Missgriffen zu schützen. — Ich achte im Gegentheil *Meyen* für einen zu scharfsichtigen und unermüdlichen Beobachter, als dass ich nicht wünschen sollte, er möge seine schönen Mittel lieber ungetheilt der solcher Arbeiten bedürftigen Wissenschaft zuwenden, statt sie in mindestens unerquicklichen literarischen Fehden zu zersplittern.

Digitized by Google

öffnungen den Parasiten zugestanden, ist man endlich dabei stehen geblieben, dass nur die (ihrer Natur nach) unter Wasser vegetirenden Pflanzen und die Saamen ohne Spaltöffnungen seien. Da die Epidermis der Saamenintegumente aber, ihrer Entstehung nach, eine continuirliche Forsetzung der Epidermis der ganzen Pflanze ist, so ist ihr auch *a priori* das Anrecht an Spaltöffnungen durchaus nicht abzusprechen. Freilich fehlen sie, so viel mir bekannt, selbst an den lebhaft grün gefärbten *seminibus denudatis* der Leontice-Arten, indessen existirt doch ein Factum, welches bis jetzt, wie ich glaube, von keinem Botaniker angemerkt ist, und auch diesem Gebilde sein angestammtes Recht gewissermassen durch eine feierliche *reservatio ad acta* sichert. Viele, wahrscheinlich alle Arten des *genus Canna* zeigen nämlich wirkliche Spaltöffnungen auf der sehr festen und brüchigen Oberhaut ihrer Saamen, und vielleicht würden diese hartnäckigen Saamen ohne diese Organe, die der Feuchtigkeit den Zugang in's Innere erleichtern, gar nicht keimen; hat doch unser treuer Beobachter der Cannen, *Bouché*, gesehen, dass ein Saame erst nach Verlauf von 3 Jahren keimte. In Fig. 11, 12 und 13 habe ich eine Darstellung dieser Organe aus *Canna maculata* und *patens* gegeben, und zwar in der zweiten Figur von der Fläche gesehen, in der ersten und dritten aber im Durchschnitt.

### 6) Harmlose Bemerkungen über die Natur der Spaltöffnungen.

In allen jungen Pflanzentheilen bilden sich die sämmtlichen Zellen auf dieselbe Weise (vergl. meinen Aufsatz über *Phytogenesis* in *Müller's* Archiv für Physiologie Bd. 1838. Heft 2), und sind anfänglich in Form, Inhalt und Function völlig gleich. Alle Differenzen von Oberhaut, Parenchym und Gefässbündel treten erst später ein. — Ich habe aber schon am angeführten Orte bemerkt, dass die Zellen der äussern Lage früher, als die darunter liegenden, aufhören, in ihrem Innern neue Zellen zu erzeugen, und diese Schicht ist es, welche später die Oberhaut darstellt. Indessen sind hiervon einzelne Zellen dieser Schicht ausgenommen, die sich schon hier, wo die erste we-

Digitized by Google

sentliche, auf ihre Entwicklung begründete Differenz zwischen Oberhaut und Parenchym eintritt, von den Zellen der Oberhaut trennen und denen des Parenchyms sich gleichstellen. Zur Zeit nämlich, wenn die Parenchymzellen zum letzten Mal in ihrem Innern Zellen entwickeln (z. B. bei einigen Kotyledonen erst bei der Keimung), zerfallen auch jene Zellen noch einmal in zwei, und diese sind es, die nach Resorption der Mutterzellen die Spaltöffnung bilden. So sind diese in ihrer Entstehung schon den Zellen des Parenchyms gleich, und bleiben es auch in ihrer Function während ihres ganzen Lebens. Man hat diese beiden Zellen zusammen wohl mit dem Namen Drüse bezeichnet. Wollen wir indess auf wissenschaftlichem Grunde bleiben, d. h. aus den durch strenge Prüfung geläuterten Thatsachen nach den strengen Gesetzen der Logik Gesetze finden, so sehe ich zu dieser Benennung keinen haltbaren Grund, noch wüsste ich, weshalb eben sie mehr Drüsen sein sollten, als die ihnen ganz gleichen Parenchymzellen. Von diesen unterscheiden sie sich aber einzeln genommen gar nicht, in ihrer Lagerung aber nur scheinbar, indem diese dadurch bedingt ist, dass nur zwei Zellen an der Bildung eines Intercellularganges Theil nehmen, nicht drei oder mehrere, ein Fall, der übrigens auch in den innern Theilen der Pflanzen nicht ohne Beispiel ist. — Uebrigens enthalten sie, wie das umliegende Parenchym, bald Gummi, bald Schleimkügelchen, bald Stärke, und diese letzteren Stoffe bald mit Chlorophyll gefärbt, bald nicht, und zwar stets so, dass ihr Inhalt mit dem der übrigen übereinstimmt, niemals aber, wie ich glaube, findet man Stoffe in ihnen, die eigenthümlicher Natur wären und den Ausdruck Drüse zu rechtfertigen vermöchten. (Nur bei *Agave lurida* erinnere ich mich, einige Oeltropfen darin gesehen zu haben.)

Schon der grosse Widerstreit der Angaben über das Geöffnetsein der Spalte führt zu der Annahme, von deren Richtigkeit sich ein Jeder leicht in jedem Augenblicke überzeugen kann, dass das Offenstehen durchaus nicht durch constante, äussere Einflüsse bedingt ist, sondern höchst wahrscheinlich von der augenblicklichen Lebensthätigkeit der Pflanze, des Organs oder auch nur der Partie des Zellgewebes, wozu die Spaltöffnung gehört, abhängig ist.

Digitized by Google

Man beruft sich auf die an und auf der Spaltöffnung abgelagerten Stoffe, macht dann mit mehr oder weniger guten Gründen wahrscheinlich, dass diese Stoffe nicht von der Oberhaut selbst abgesondert werden könnten, und zieht dann mit einem halsbrechenden *Salto mortale* den Schluss, folglich werden diese Stoffe von den Zellen der Spaltöffnung secernirt. — Vergebens indess habe ich nach einer Thatsache geforscht, wodurch man auch nur wahrscheinlich machen könnte, dass jene Secretionen mehr von den Ausdünstungen der angeblichen Drüsenzellen, als von denen der andern Parenchymzellen, besonders von denen herrühren, die unmittelbar an die Höhlung grenzen, in welche die Spaltöffnung hineinführt, und mir scheint die angebliche Function auf dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft eine blosse *petitio principii* zu seyn. Nehmen wir z. B. die Coniferen. Hier finde ich Harz auf der Spaltöffnung; wenn ich dieses durch ätherisches Oel entferne, zeigt sich die Spaltöffnung immer weit klaffend, dann finde ich darunter eine Höhle, die (die beiden Spaltzellen eingeschlossen) von lauter Zellen umgeben ist, die Gummi, Schleim, etwas Stärke, Chlorophyll, aber keine Spur von Harz oder Terpenthin enthalten, dagegen finde ich viel tiefer im Parenchym grosse Terpenthingänge, und schliesse nun, dass das flüchtige Terpenthinöl aus jenen Gängen in Dunstform austritt, den Intercellulargängen folgend in jene Höhlungen gelangt und von hier sich vermittelst der Spaltöffnungen in die Atmosphäre verflüchtigt, wobei es, wie seine Natur es mit sich bringt, eine gewisse Quantität Harz zurücklässt. Dieser Schluss scheint mir natürlich; wenn man dagegen mit einem Male ganz willkürlich von jenen ganz gleichen, mit Grün gefüllten Zellen zwei auswählt und etwa, weil sie mehr nach aussen liegen, zu Harz absondernden Drüsen macht, so sehe ich eigentlich nicht ein, mit welchem Handbuch der Logik man das rechtfertigen will.

Sind nun aber diese Zellen von den übrigen Parenchymzellen in nichts verschieden, als dass eben nur zwei und nicht mehrere in einer Fläche liegen, wo sie einen Intercellulargang bilden sollen, so folgt daraus auch von selbst, dass, da das grüne Parenchym wohl in allen Pflanzen dieselbe Bedeutung und Function hat, auch diese dem Parenchym angehörigen

Digitized by Google

Zellen bei allen auch noch so verschiedenen Pflanzen, bei denen doch gewiss auch die Ausdünstung qualitativ und quantitativ verschieden ist, fast völlig gleich auftreten und somit in physiologischer Hinsicht keine weitere Aufmerksamkeit verdienen, als eben die andern auch.

Als das einzige Wesentliche an diesen Organen erscheint mir daher die Oeffnung nach Aussen, die freie Communication zwischen dem im Innern der Pflanze ausgeschiedenen gas- oder dunstförmigen Stoffe mit der Atmosphäre, oder mit dem guten, gebräuchlichen *terminus* „die Spaltöffnung." Diese wesentliche Qualität, in der die eigenthümliche Bedeutung dieser Zellenanordnung gesucht werden muss, wird daher auch bei den verschiedenen Pflanzen mannichfaltig durch die verschiedene Configuration der diese Oeffnung umgebenden Oberhautzellen modificirt. — Dass gerade dies Verhältniss in wichtiger Beziehung zum eigenen Leben der Pflanze steht, geht daraus hervor, dass grössere oder kleinere Gruppen von Pflanzen, die in ihren Eigenschaften und ihrer Vegetation nahe verwandt sind, auch leicht an der Bildung der Oberhaut in der Nähe der Spaltöffnungen erkannt werden. Ich will hier nur die Cacteen, Proteaceen, Coniferen, Piperaceen, Agaven mit einigen ihr nahe stehenden Liliaceen, die Tradescantien und Gräser als Beispiele anführen.

### 7) Einige Bemerkungen über die sogenannte Holzfaser der Chemiker.

In den Handbüchern, welche die organische Chemie abhandeln, findet man gewöhnlich unter den indifferenten Pflanzenstoffen neben Stärke, Gummi, Zucker etc. auch die Holzfaser als einfachen Stoff aufgeführt. Die früheren Analysen betreffen nur die Holzmasse.

Erst in neuerer Zeit hat *Reade* (*Lond. and Edinb. phil. Mag. etc. Nov.* 1837) versucht, sich das Verdienst zu erwerben, die verschiedenen Formen der organisirten Pflanzensubstanz gesondert zu analysiren, indess muss ich bezweifeln, dass dadurch etwas auch nur irgend Brauchbares für die Wissenschaft geliefert ist. Ich will keineswegs in Abrede stellen, dass

Digitized by Google

Hr. *Reade* wirklich isolirte Spiralgefässe zur Analyse benutzt habe, da er es ausdrücklich versichert, aber er erwähnt auch nicht einmal des entferntesten Versuches, die Gefässe und Zellen vorher von ihrem Inhalt zu trennen, was doch nothwendig hätte geschehen müssen, wenn auf das Ergebniss der Elementaranalyse auch nur irgend einiger Werth gelegt werden sollte.

Es entsteht aber wohl bei Jedem, dem es bekannt ist, dass der grösste Theil des Pflanzengewebes aus einer wasserhellen Membran und den auf ihrer innern Fläche abgelagerten Gebilden besteht, die Frage: sind denn auch jene Membran und die späteren Ablagerungen aus denselben chemischen Substanzen gebildet? Ja, da wir durch *Mohl* und *Meyen* wissen, dass die Verdickung der Zellenwände aus verschiedenen Schichten besteht, dass selbst die Spiralfaser aus einer ursprünglichen Faser und einer später um sie abgelagerten Hülle zusammengesetzt ist (was ich in unzähligen Fällen bestätigt fand), so fragt sich sogar noch: sind selbst die einzelnen Verdickungsschichten, sind die Theile der Spiralfiber nicht noch unter einander verschieden?

Da nun von einer mechanischen Trennung so eng verbundener und durchaus mikroskopischer Theile nicht die Rede sein kann, so bleibt nichts übrig, als auch bei der chemischen Untersuchung das Mikroskop zur Hand zu nehmen und die Wirkung der Reagentien auf die verschiedenen Elementartheile des Pflanzenbaues auf diese Weise zu beobachten. Die Resultate einiger Untersuchungen der Art, die ich vor Kurzem anstellte, will ich hier mit wenigen Worten mittheilen, da ich hoffe, dass, wenn sie dadurch in geschicktere Hände als die meinigen gerathen, sehr gewinnreiche Ergebnisse für die Chemie wie für die Pflanzenphysiologie zu erwarten sind.

I. Ein in ganz anderer Absicht angestellter Versuch veranlasste mich durch die dabei gemachte Beobachtung, diese Untersuchungen zu beginnen. Ich hatte nämlich feine Abschnitte aus einem zollstarken Internodium von *Arundo Donax* gemacht, und kochte dieselben einigen Minuten lang in einer concentrirten Aetzkalilauge. Als ich darauf die Schnitte wieder unter's Mikroskop brachte, wurde ich durch eine eigenthümliche

Digitized by Google

Erscheinung überrascht. Einige Spiral- und Ringgefässe waren nämlich so durchschnitten, dass man deutlich die Schnittflächen der hier sehr dicken Fiber sehen konnte. Durch das Kochen in Aetzkali war nun das Spiralgefäss in seinen einzelnen Theilen auf ganz verschiedene Weise angegriffen. Die äussere umhüllende Membran (die ursprüngliche Zellenwand) war dem Anscheine nach völlig unverändert, fest, straff, durchsichtig und wasserhell. Die Fiber selbst zeigte sich aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt, nämlich aus einer (primären?) unmittelbar der Wandung anliegenden Fiber und einer dieselbe auf den 3 freien Seiten nach Innen umhüllenden Rinde. Diese letztere war durch das Aetzkali etwas dunkler gelb gefärbt, übrigens fest und scheinbar unverändert, die primäre Fiber dagegen war in eine gelatinöse Masse verwandelt, so dass sie an den Schnittflächen in einer ziemlich bedeutenden Erhebung hervorgequollen war. Leider verfolgte ich diese interessante Beobachtung mit den gleich anzuführenden Modificationen erst dann, als ich schon den Rest der frischen Donax-Stengel weggeworfen hatte.

II. Den nächsten Versuch stellte ich bei den Blättern von *Pleurothallis ruscifolia* an. Die Zellen derselben zeigen grösstentheils schöne, breite Spiralfibern, die fest mit der Zellenwand verwachsen zu sein scheinen. Diese Fibern sind alle sehr breit und platt, bandartig, in der Dicke sind sie, je nach ihrer Lage, verschieden. Die Zellen, welche unmittelbar unter der Oberhaut der untern Blattfläche senkrecht aufgesetzt sind, zeigen eine dickere Fiber, als die weniger regelmässig geordneten Zellen, welche von den vorigen durch eine grüne Parenchymzellenschicht, und von der Oberhaut der obern Blattfläche durch eine obwohl zuweilen unterbrochene Schicht farbloser Zellen mit meist einfachen (Ausnahme s. No. 3 dieser Notizen) Wänden geschieden ist. — Nachdem ich nun feine Abschnitte des Blattes einige Minuten in Aetzkali gekocht hatte und sie dann wieder betrachtete, fand ich, dass sich die Spiralfibern der erst erwähnten Schicht ganz von der Zellenwand getrennt hatten. Unter dem einfachen Mikroskop konnte ich leicht einzelne Zellen mit der Nadel zerreissen und die ganze Spiralfiber unverletzt isoliren. Alle Fibern waren übrigens

Digitized by Google

durch die Behandlung mit Aetzkali aufgequollen und hatten ein gallertartiges Ansehen bekommen. Ich setzte nun einen Tropfen Schwefelsäure zu, wodurch sich das Kali unter heftigem Aufbrausen neutralisirte, und fügte dann Auflösung von Iodine in Alkohol hinzu.

Auf's angenehmste wurde ich überrascht, als ich nun wieder das Object unter's Mikroskop brachte. Alle Spiralfibern erschienen, je nach der Dicke des Schnittes (und daher der verschiedenen Einwirkung des Aetzkali's) in den verschiedenen Farbennuancen vom Weinroth bis in's tiefste Veilchenblau. An den Stellen, wo der Schnitt nicht dicker als eine Zelle war, zeigte sich zwischen den Fibern der beiden eben erwähnten Schichten in sofern ein Unterschied, als die der untern Blattfläche (die dickern), selbst wo sie am tiefsten gefärbt waren, kein reines Veilchenblau, sondern eine mehr röthliche Färbung gaben, etwa wie durch eine schwache Beimischung von Orange. Auch waren diese Fasern offenbar weniger aufgequollen und zeigten schärfere Begrenzung. Die in der Mitte des Blattes dagegen erschienen ganz gelatinös und hellblau gefärbt. Die Zellenmembran selbst aber war bei allen völlig wasserhell und ungefärbt. Indess war das nicht Alles. Diejenigen Zellen, welche keine Spiralfibern enthalten und welche vorher bei 230maliger Vergrösserung mit ganz einfachen Wänden erschienen, selbst die des grünen Parenchyms, zeigten sich jetzt völlig porös, und zwar so, dass die ursprüngliche Zellenmembran und somit die Poren, welche sie verschliesst, wasserhell und farblos waren, während die die Poren bildende Verdickungsschicht ebenfalls veilchenblau gefärbt war.

III. Ich nahm nun zur Vergleichung einen holzigen Stengel von *Rosmarinus officinalis*, und behandelte ihn auf die so eben angegebene Weise. Das Resultat wich von dem vorigen in etwas ab. Die Markzellen sind hier nämlich sehr dickwandig porös, die Rindenzellen ebenfalls. Das Holz besteht aus der Markscheide von Spiralgefässen und aus Parenchymzellen, die einen ähnlichen Bau der Wände zeigen, wie ganz junge Coniferen-Holzzellen. Hier war nun an allen Theilen, mit Ausnahme des jüngst gebildeten Jahresringes, die ursprüngliche Zellenmembran (auch bei den Spiralgefässen) ungefärbt, die

Digitized by Google

darauf abgelagerten Theile aber und selbst die Spiralfiber tief orangegelb. Die Zellen des jüngsten Jahrringes dagegen erschienen schwach porös und sehr blass blau.

IV. Eine Species von Pelargonium, deren drittletzten Trieb ich untersuchte, gab derselben Behandlung unterworfen ähnliche Resultate, nur waren die dünnwandigen, aber porösen Rindenzellen in ihren Verdickungsschichten ebenfalls blau gefärbt.

V. Bei den Teltower Rübchen und bei der Mohrrübe blieben die primitiven Zellenwandungen ungefärbt, die Verdickungsschichten derselben wurden blau, die Fibern der Spiral- und netzartigen Gefässe dagegen dunkel orange.

VI. Bei einem Blatte von *Oncidium altissimum*, das 7 Monate in schwachem Weingeist (von etwa 30°) aufbewahrt worden war, wurden die Spiralfasern der Blattzellen orange gefärbt. Die Spiralfaser besteht aber hier aus zwei auf der Schnittfläche deutlich zu unterscheidenden Theilen, eben so wie bei *Arundo Donax*, und ich vermuthe, dass die Spiralfiber bei *Pleurothallis* nur der inneren ursprünglichen Fiber entspricht. Mit frischen Blättern dieser Pflanze konnte ich keine Versuche anstellen und deshalb diese Frage nicht mit Sicherheit entscheiden. Die ursprüngliche Zellenmembran blieb hier wie bei den früheren ungefärbt, und die Verdickungsschichten wurden auch hier noch blau.

VII. *Opuntia monacantha* gab dasselbe Resultat. An allen vollständig verholzten Zellen wurden die Ablagerungen, gleichviel ob spiralig oder porös, dunkel orange gefärbt, die der Mark- und Rindenzellen blau, und die primären Membranen blieben auch hier wasserhell.

Ein *Echinocactus* gab dasselbe Resultat.

VIII. Das Holz von *Betula alba* und *Populus tremula*, der angeführten Manipulation unterworfen, zeigten lauter poröse Gebilde, deren Primitivmembran ungefärbt blieb und deren Verdickungsschichten sich dunkel orange zeigten.

IX. Ein etwa 5jähriger Stammtrieb von *Pinus sylvestris* gab in Bezug auf die ursprüngliche Zellenwand nur die Bestätigung der constanten früheren Beobachtungen. Die Verdickungs-



Digitized by Google

schichten wurden ebenfalls orange gefärbt, die Zellen der Rinde und des jüngsten Holzringes hellblau.

Es versteht sich von selbst, dass ich mich bei allen diesen Pflanzen durch vergleichende Untersuchungen vorher von der Abwesenheit des Stärkemehls in den betreffenden Zellen überzeugt hatte.

Es scheinen die vorstehenden, obwohl nur noch vorläufigen Versuche folgende Resultate anzudeuten:

1) Die Pflanzensubstanz (*vulgo* Holzfaser, vegetabilischer Faserstoff) besteht aus 3 chemisch verschiedenen Stoffen:

*a*) die ursprüngliche Zellenmembran;

*b*) die primären Ablagerungen auf dieselbe;

*c*) die secundären Ablagerungen.

2) Die erste Substanz (1. *a*) wird durch kurzes Kochen in Aetzkali scheinbar nicht wesentlich verändert.

3) Die zweite (1. *b*) wird durch kurzes Kochen in Aetzkali unter Bildung von Kohlensäure in Stärkemehl verwandelt (vorausgesetzt, dass Stärke der einzige Stoff ist, auf den Iodine so charakteristisch reagirt).

4) Die dritte (1. *c*) wird durch Kochen in Aetzkali in einen eigenthümlichen, noch nicht bekannten (?) Pflanzenstoff verwandelt, der sich durch Iodine orangegelb färbt. Ob hierbei ebenfalls Kohlensäure gebildet wird, wage ich nicht zu entscheiden; bei dem Versuche VIII. bemerkte ich wenigstens nach Zusatz von Schwefelsäure kein Aufbrausen. Diese orangegelbe Farbe ist übrigens von der, welche der vegetabilische Schleim durch Zusatz von Iodine annimmt, himmelweit verschieden.

Ob die gebildete Kohlensäure auf Kosten der Kohle der Pflanzensubstanz durch den Sauerstoff der Luft, oder durch Wasserzersetzung gebildet wird, ist noch zu untersuchen, so wie ebenfalls zu erforschen ist, ob vielleicht diese Kohlensäure bei längerem Kochen durch Aufnahme von noch mehr Kohle in Oxalsäure übergeht.

Das interessanteste Resultat ist aber ohne Zweifel, dass ein Theil der Pflanzensubstanz, durch Einwirkung von Aetzkali, gleichsam in rückschreitender Metamorphose wieder in Stärkemehl umgeändert wird, eine Entdeckung, deren weitere

Digitized by Google

Verfolgung für die organische Chemie ohne Zweifel die interessantesten Resultate hoffen lässt.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Oberhaut der untern Blattfläche eines ausgewachsenen Blattes von *Nuphar luteum*, bei schwacher Vergrösserung.

Fig. 2. Ein einzelnes rundes Grübchen auf Fig. 1., mit den nächstliegenden Zellenstücken, vergrössert.

Fig. 3. Das vorige im Querschnitt (senkrecht auf die Blattfläche).

Fig. 4. Ein Stückchen Oberhaut von einem Blatte derselben Pflanze, welches noch in der Knospe eingeschlossen war. Man bemerkt die Grübchen und die in ihnen befestigten Knospenhaare.

Fig. 5. Ein isolirtes Haar aus Fig. 4. *a.* cylindrische Zelle; *b.* der aus 3 scheibenförmigen Zellen bestehende Bulbus des Haares; *c.* Fäserchen an der Basis des Bulbus.

Fig. 6. Oberhaut der untern Blattfläche von *Acrostichum alcicorne*. *a.* Grübchen, in denen Haare sitzen. *b.* Spaltöffnungen.

Fig. 7. Dieselbe im Querschnitt. *a.* Härchen (oben abgeschnitten). *b.* Spaltöffnung.

Fig. 8. Oberhaut von *Peperomia peresciaefolia* im Querschnitt. *a.* In einem trichterförmigen Grübchen befestigtes Haar; *b.* Zelle einer Spaltöffnung, die andere Zelle war, weil der sehr dünne Schnitt gerade durch die Mitte der Spaltöffnung traf, weggefallen.

Fig. 9. Trichterförmiges Organ an der untern Blattfläche von *Pleurothallis ruscifolia* (die der obern Fläche sind durchaus eben so gebaut). *c.* Membran, die den Trichter verschliesst; *d.* Poröser Theil der Spiralfaserzellen, die unmittelbar unter der Oberhaut liegen; *e.* Spiralfibern dieser Zellen.



Digitized by Google

Fig. 10. Ein dünner Schnitt, parallel der Blattfläche ebendaher (die punktirten Linien *a* und *b* in F. 9. bezeichnen die Richtung und ungefähre Dicke des Schnittes). *a*. Obere Enden der Spiralfaserzellen durch die Oberhaut durchscheinend; *b*. Wandungen der Oberhautzellen; *c*. die dem trichterförmigen Organ anliegenden netzförmig-porösen Oberhautzellen. (Zuweilen sind noch einige andere benachbarte Oberhautzellen auf ihrer inneren, dem Blattparenchym zugekehrten Wand eben so modificirt.)

Fig. 11. Theil der Saamenepidermis von *Canna maculata*. *a*. Oberhautzellen; *b*. Spaltöffnung; *c*. Parenchym des Saamenintegruments.

Fig. 12. Dasselbe von der äussern Fläche gesehen.

Fig. 13. Theil des Saamenintegruments von *Canna patens* im Querschnitt. *a*. Zellen der Oberhaut; *b*. Spaltöffnung; *c*. äussere Schicht des Saamenintegruments, deren Zellen grosse Poren haben; *d*. innere Schicht, deren Zellen einfache Wände zeigen.

Digitized by Google

# III.

# Botanische Notizen.

## 1) Ueber die Blüthe der *Loranthaceen*.

Alle bisher in den Handbüchern gegebenen Beschreibungen der wesentlichen Blüthentheile dieser Familie entsprechen so durchaus nicht der Natur, dass ich, da die Sache kürzlich von *Decaisne* in der Pariser Akademie angeregt worden ist, auch meine geringen Beiträge nicht zurückhalten will. —

Ich beginne mit der am genauesten von mir untersuchten Art, nämlich *Viscum album*. — Es gehört bei dieser Pflanze zur habituellen Eigenthümlichkeit, dass sie an jeder Axe nur ein Blattpaar und zwar von der Basis an gerechnet das zweite vollkommen ausbildet; das untere Paar sind kleine kaum sichtbare Schuppen, in deren Achseln neue Knospen entstehen, die obern 1—2 Blattpaare dagegen bleiben rudimentär und tragen als Bracteen in ihren Achseln kurz gestielte weibliche, oder sitzende männliche Blüthen. Da ausserdem die Terminalknospe auch zu einer Blume wird, so besteht die Inflorescenz aus einer drei- bis fünf-blüthigen Aehre. Indess wird diese Regelmässigkeit nicht selten durch Fehlschlagen einzelner Blumen, oder Blumenpaare (z. B. sehr oft des obersten Paares) oder besonders bei den männlichen Blüthen, durch Verwachsung mehrerer Blüthen und andere Monstrositäten gestört. Jede einzelne Blüthe selbst ist nun wohl die einfachste Form, in der die Blume vorkommen kann, sie besteht aus zwei in einen Kreis zusammengedrängten Blattpaaren, die in der männlichen Blüthe in Antheren umgewandelt sind, bei der weiblichen dagegen eine kelchartige Beschaffenheit haben. Ausserdem findet

Digitized by Google

sich in der Mitte der weiblichen Blüthe das Ende der Axe als ein kleines Wärzchen, einen nackten, atropen, *nucleus* darstellend. Der Embryosack*) bildet sich hier in dem durch Farbe und Consistenz deutlich unterscheidbaren Marke des Stengels (*pedunculus*). Die Pollenkörner, die hier natürlich unmittelbar auf den *nucleus* fallen, treten sehr häufig zu mehreren ein und bilden so die mehreren Embryonen. Das grüne Albumen ist endosperm, d. h. Füllmasse des Embryosacks. Die sogenannte Beere ist nichts als der saftig gewordene *pedunculus*, dessen Gewebe stetig in das härtere der scheinbaren Saamenhaut übergeht, welche zu äusserst aus einem gar zierlichen Netz von zarten Spiralgefässbündeln gebildet wird. — Ob man die vier Blattorgane der weiblichen Blüthe nun offne Carpellblätter, abortirte Staubfäden, Blumenkrone oder Kelch nennen will, ist am Ende ganz gleichgültig. Alle diese Namen bezeichnen ohnehin gar nichts Positives, was man absolut charakterisiren könnte, sondern immer nur eine Relation auf ein anderes neben ihnen vorhandenes Organ. — Krone oder Kelch sind aber nur da vorhanden, wo beide als etwas Verschiedenes neben einander vorkommen, einen anderen durchgreifenden Unterschied, als den, der in dem räumlichen Gegensatz liegt, giebt es gar nicht, und jede einfache Blumenhülle ist weder Kelch noch Krone, sondern eben nichts als eine einfache Blumenhülle. Es tritt hier derselbe Fall ein wie bei den Ausdrücken *testa* und *membrana interna*. In beiden Fällen hat man sich vergebens bemüht eine Definition aufzustellen, wonach man entscheiden könnte, welcher von beiden Theilen vorhanden sei, wenn einer fehlt. Die Natur spottet aller dieser Versuche.

Die männliche Blume nun von *Viscum* besteht, wie gesagt, ebenfalls aus vier Blattorganen, die aber sämmtlich in Antheren verwandelt sind. Die regelmässige Form der Anthere pflegt auch hier zweifächerig und vierzellig zu sein. Jede Zelle ist aber noch durch Querwände in eine Anzahl kleinerer Fächer

*) Ich muss hier bemerken, dass meine Untersuchungen hier noch unvollständig waren. Ich hatte die Höhle des *pedunculus* vorläufig für den Embryosack angesehen; in dieser Höhle selbst aber bilden sich erst die mehreren Embryosäcke, von deren Dasein hier die Polyembryonie abhängt. Man vergl. meine Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. *

Digitized by Google

abgetheilt und in Folge der oben schon erwähnten Monstrositäten kommt selten eine ganz regelmässige Anthere vor, indem sie häufig 3—5 Fächer neben einander haben und auch wohl einzelne überzählige Zellen hinzukommen. — Nach Vorstehendem würde also die Beschreibung der Blüthe von *Viscum album* so lauten (cf. Fig. 1—4):

*Inflorescentia spica terminalis pauciflora, floribus bractea squamaeformi suffultis, rhachi incrassata. Flores dioici.*

*Flos femineus breviter pedunculatus. Perianthium tetramerum herbaceum. Stamina* 0. *Ovarium* 0. *Ovulum nudum unicum erectum, atropum, ex nucleo nudo constans.*

*Flos masculus sessilis. Perianthium* 0. *Stamina* 4. *filamenta* 0. *Antherae, connectivo crasso herbaceo, biloculares, quadri-locellatae, locellis septorum transversorum ope pluri-cellulatis. Pollinis membrana externa muricata, tribus plicis porisque notata.*

*Fructus drupa spuria ex pedunculo succulento formata, superne cicatriculis floris notata, semen unicum fovens, seminis integumentum spurium ex strato interno pedunculi formatum, ideoque albumen (endospermium) nudum viride, embryo cylindricus, dicotylis, radicula supera.*

Von *Viscum album* weicht nun die weibliche Blüthe von *V. verticillatum* ausser der Dreitheiligkeit des *Perianthium* eigentlich nur in der Inflorescenz ab, da in geradem Gegensatze zu *Viscum album* hier nur die Axillarknospen, nie die Terminalknospen zu Blüthenähren werden. Ja selbst an den einzelnen Blüthenähren ist die Spitze der *rhachis* steril, also keine Terminalblume vorhanden. — Die *Spica* besteht hier aus drei Paar *Bracteen*, von denen das obere Paar nur je eine Blüthe hat, die beiden andern aber je drei, die zu Beeren ausgewachsen gerade wie die Blüthen der *Labiaten* einen *verticillus spurius* bilden. Alles übrige, auch die Holzstructur dieser Pflanze, stimmt mit *Viscum album* völlig überein. Männliche Pflanzen standen mir indess nicht zu Gebote.

Bei *Loranthus (deppeanus)* findet man nun zwar eine ganz gewöhnliche Holzstructur, die Blüthe aber zeigt im Wesentlichen die enge Verwandtschaft mit *Viscum*. Die Blüthe ist

Digitized by Google

hermaphroditisch, hat ein 6theiliges *Perianthium*, dessen Lappen 6 Antheren auf kurzen Filamenten gegenüber stehen und angewachsen sind. Ausserdem ist noch ein obsoleter Kelchrand vorhanden. — In dem Bau des *Ovulums* weicht nur darin *Loranthus* von *V.* ab, dass die Spitze des *nucleus* (*Mamelon d'impregnation Brongn.*) hier so lang ausgezogen ist, dass sie die Form eines *Stylus* sehr täuschend nachahmt. Die Blüthe hat übrigens ebenfalls einen kurzen dicken *pedunculus*, der als *ovarium inferum* erscheint, ohne es zu sein und der später ebenfalls die falsche Frucht bildet, da in ihm sich der Embryosack und später der Embryo entwickelt.

Vielleicht wäre bei dieser Familie der Ausdruck *ovulum inferum*, *aut semiinferum* zweckmässig, um die eigenthümliche Bildung kurz auszudrücken.

Vergleicht man nun diesen höchst einfachen Bau der Blüthentheile, namentlich das *ovulum nudum*, die Antherenbildung bei *Viscum* und manche andere Eigenheiten, mit den bekannten Pflanzenfamilien, so kann man sich nicht verhehlen, dass man nirgends grössere Analogien dafür findet, als in der Familie der Coniferen, und dass die *Loranthaceen* auf diese Weise in einer parasitischen Form den Uebergang von den Zapfentragenden zu höher entwickelten Familien vermitteln.

### 2) Ueber die morphologische Bedeutung der *Placenta*.

Ich habe in einem frühern Aufsatze (dieses Archiv 1837. Bd. I. S. 303 sqq.) schon meine Ansicht ausgesprochen, dass die *Placenta* ganz allgemein als ein Axengebilde anzusehen sei. *Meyen* hat in dieser Zeitschrift (1838. Bd. II. Jahresbericht S. 146) dagegen vier Arten der Placentation aufgeführt, und nennt als die häufigste wiederum die Entwickelung der *Ovula* am Rande des Carpellblattes. Beispiele hat er keine angeführt, ich kann also auf seine Ansicht nicht näher eingehen. Dagegen will ich hier etwas ausführlicher meine Ansicht zu begründen suchen.

Zuerst muss ich mich nochmals dafür aussprechen, dass (die Placentation, die eben streitig ist, bei Seite gesetzt) in

Digitized by Google

der phanerogamen Pflanzenwelt beim normalen Wachsthumsprocess (einige ganz vereinzelte Ausnahmen abgerechnet) die allgemeine Regel ist: „dass nur Axengebilde und nicht Blätter Knospen erzeugen.“ *Meyen* hat dem in der angeführten Stelle widersprochen, aber ebenfalls ohne Gründe dafür anzugeben. Ich glaube aber, dass ich stets, man möge nun Familien, oder *Genera* oder *Species* zählen, $^{9}/_{10}$ aller Phanerogamen für meine Behauptung in Anspruch nehmen darf, selbst wenn ich *Meyen* alle die Fälle noch zugestehe, wo das Knospen der Blätter offenbar eine Abweichung von der normalen Entwickelung der *Species* ist, an der sie beobachtet wurde, eine Abweichung, die sich übrigens, wie ich schon in jenem frühern Aufsatze entwickelt, sehr gut aus einer richtigen Theorie der Fortpflanzung erklärt. Ich gehe also wohl nicht mit Unrecht von der Ansicht aus, dass bei vorurtheilsfreier Betrachtung die Präsumtion für die Axennatur der *Placenta* spricht, so lange man nämlich die *Ovula* als Knospen betrachtet.

Untersuchen wir nun, in wiefern die Entwicklungsgeschichte der Ovarien dieser Voraussetzung das Wort redet, so finden wir folgende Fälle:

1) Bei allen Familien mit *ovulis basilaribus* ist die *Placenta* ohne Zweifel das Ende der Axe selbst. Hierher gehören die *Gramineae*, bei denen das *Ovulum* nur scheinbar lateral ist, die *Cyperaceae*, *Pistiaceae*, *Aroideae partim*, *Piperaceae*, *Cupressineae*, *Taxineae*, *Loranthaceae*, *Myriceae*, *Urticeae*, *Juglandeae*, *Chenopodieae*, *Polygoneae*, *Nyctagineae* etc.

2) Bei allen Familien mit mehrfächerigen Ovarien, die 1 oder 2 *Ovula* im innern Winkel der Fächer haben, kann man das Entstehen der *Placenta* aus der Axe leicht verfolgen, z. B. bei den *Aroideae partim*, *Alismaceae*, *Palmeae*, *Borragineae*, *Labiatae*, *Geraniaceae*, *Limnanthaceae*, *Tropaeoleae*, *Phytolacceae*, *Euphorbiaceae*, *Malvaceae* etc.

3) Alle Familien mit ächter *placenta centralis libera* haben eine *Placenta* aus der Axe gebildet. Hierher gehören *Myrsineae*, *Primulaceae*, *Amaranthaceae*, *Santalaceae*, *Illecebreae*, *Alsineae*, *Sileneae*, *Portulaceae*, *Plumbagineae* etc.

Digitized by Google

4) Bei denjenigen Familien, wo man bestimmt die *Placenta* als einen von den Carpellblättern verschiedenen Theil nachwachsen und gewöhnlich jene vereinigen sieht. Hierher gehören die *Resedaceae*, *Fumariaceae*, *Cruciferae*, *Abietineae* etc., besonders für die Resedaceen kann ich mich hier auch auf die schönsten, rückschreitenden Metamorphosen berufen, die mir gerade vorliegen und beweisen, dass die Placenten hier die Axillarzweige der Carpellblätter sind, die sich gleich bei ihrem Ursprunge seitwärts beugen und mit den Rändern je zweier Carpellblätter verwachsen. — Dasselbe ist nun aber auch für die Abietineen klar; die von *Rob. Brown* für ein offenes *Ovarium* gehaltene Schuppe ist offenbar die Axillarknospe des unter ihr stehenden zarteren Carpellblattes und kann schon deshalb kein Blattorgan seyn, weil ein Folium in *axilla folii* in der ganzen Pflanzenwelt durchaus ohne Beispiel ist.

5) Das ächte *Ovarium inferum**) wird durchaus gar nicht durch Carpellblätter gebildet, sondern einzig und allein von der Axe, die hier eine ähnliche Form annimmt, wie bei *Ficus*. — Die Carpellblätter dienen hier allein dazu, den *Stylus* und das *Stigma* zu bilden, ja meist ist selbst die Eihöhle bei diesen Pflanzen schon ziemlich vollständig ausgebildet, ehe noch eine Spur von den Carpellblättern zu entdecken ist. Hierher gehören die *Asarineae*, *Umbelliferae*, *Onagreae*, *Compositae*, *Irideae*, *Amaryllideae*, *Hydrocharideae* etc. Wahrscheinlich bei allen *ovariis uniocularibus inferis* sind die Placenten nicht abwechselnd mit den Stigmalappen, oder was dasselbe ist, den Carpellblättern, sondern diesen anteponirt, von Blatträndern kann also hier schon deshalb durchaus nicht die Rede seyn.

Wenn man nur die zu den vorstehenden Familien (die sich noch viel vermehren liessen, da ich nur solche angeführt habe, von denen ich nach eigener Untersuchung der vollständigen

*) Sehr hiervon verschieden ist die Epigynie der *Pomaceae*, wo sich die *Ovarien* aus wahren Carpellblättern bilden, wie bei *Rosa*. Der Unterschied zwischen *Rosa* und *Pyrus* etc. besteht nur darin, dass der hohle Stengel sich bei *Pyrus* noch fester schliesst, fleischig wird und mit den Carpellblättern wirklich verwächst.

Digitized by Google

Entwicklungsgeschichte urtheilen konnte) gehörigen *Species* zusammenzählt, so zweifle ich nicht, dass man schon über die Hälfte der phanerogamen Pflanzen erhält, bei denen ohne Zweifel die *Ovula* aus der Axe entspringen. Es ist also klar, dass hier nicht von einigen Ausnahmen, sondern von einer ziemlich durchgreifenden Gesetzmässigkeit im Pflanzenorganismus die Rede ist. Von den noch übrigen Familien wird aber wohl ein grosser Theil wegen Gleichheit des Baues, wegen inniger Verwandtschaft auch noch hierher gehören, nur sind dieselben bis jetzt noch nicht in dieser Beziehung untersucht worden.

Es bleiben aber immer noch einige Familien übrig, wo sich bestimmt die *Ovula* an den Rändern eines scheinbaren Carpellblattes bilden, sowohl bei centraler als bei parietaler Placentation. — Wie will man aber nachweisen, dass dieses Blattorgane und nicht vielmehr blattartig ausgebreitete Endzweige sind? Hier nun meine Gründe für die letzte Ansicht.

*a*) Erstlich spricht das Gesetz der Sparsamkeit, das wichtigste, durchgreifendste und zwingendste in aller Naturforschung dafür, soviel als möglich die Zahl der Erklärungsgründe zu beschränken und jede Hypothese zu verwerfen, wo sie nicht unumgänglich nothwendig ist. — Nun ist aber in den oben angeführten Fällen die Axennatur der *Placenta* ganz ausser Zweifel und die meisten jener Fälle liessen sich auch nicht auf die allererzwungenste Weise auf eine Blattplacentation zurückführen. In den noch übrigen Fällen dagegen sind beide Arten der Erklärung gleich anwendbar und möglich und deshalb ist schon aus den Gesetzen einer gesunden Naturphilosophie, die im Zweifel immer sich für Einheit des Typus entscheiden wird, hier die Bedeutung der sogenannten Carpellblätter als blattartig gewordener Zweige anzunehmen.

*b*) Die wichtigste Frage, die sich dabei aufwirft, ist die: Haben wir kein absolutes, überall anwendbares Unterscheidungsmerkmal zwischen Blatt und Axe?

Ein solches haben wir allerdings in der Entwickelungsgeschichte und zwar dasselbe, welches schon eben so geistreich, als glücklich von *Rob. Brown* bei Deutung der männlichen Euphorbienblüthe angewendet ist. Die Entwickelung des Blattes und des Stengels ergiebt nämlich als Resultat, dass bei

Digitized by Google

ihnen das Wachsthum, d. h. die Zellenbildung, in einem directen Gegensatze stehe, indem sie beim Blatte von der Spitze zur Basis fortschreitet, bei ihm die bildende Thätigkeit am frühesten in der Spitze erlischt, daher die Zellen der Spitze die ältesten sind, während bei der Axe gerade das Gegentheil stattfindet. Nun spricht eigentlich schon die Entwickelung der *Ovula* an dem schon ziemlich ausgebildeten Organ zur Genüge für die Axennatur, da selbst blosse Einkerbungen an Blättern sich früher entwickeln, gleich nämlich so wie das Blatt aus der Axe gleichsam hervorgeschoben wird, nie aber hinterher. Aber mehr noch als das spricht dafür ein anderer, viel schlagenderer Umstand, auf den, so viel ich weiss, bis jetzt noch gar nicht aufmerksam gemacht ist. Bei allen ächten Carpellblättern entwickelt sich erst das *Stigma*, dann der *Stylus* und dann das *Ovarium*, und oft erst viel später beginnt an der *Placenta* die Eibildung, bei den scheinbaren Carpellblättern aber, mit denen wir es hier zu thun haben, ist es gerade umgekehrt; hier entwickelt sich erst das *Ovarium*, dann beginnt die Eibildung, dann wächst allmälig der *Stylus* aus und zuletzt entwickelt sich das *Stigma;* statt vieler Beispiele beziehe ich mich hier nur kurz auf die vollständige Entwickelungsgeschichte bei *Lupinus*, die Dr. *Vogel* und ich in einem Aufsatz in den *Leopold. Carol.* Akten (Vol. XIX. P. 1. p. 61 sqq.) geliefert haben. Ich sehe hierin den unabweisbarsten Grund, diese angeblichen Carpellblätter für blattartige Zweige zu erklären.

*c*) Es könnte hier erstens ein sehr auffallendes Beispiel als Einwurf von den *Cycadeen* hergenommen werden, denn es ist hergebracht, die Inflorescenz von *Cycas* für ein verkümmertes Blatt zu erklären. Dieser Einwurf ist aber zur Zeit noch ganz unbrauchbar. Es hatte sich nämlich von Anfang an ein so blindes Vorurtheil für die Analogie mit den Farren und die Zurückführung der weiblichen Blüthe auf einen verkümmerten Wedel aller Botaniker bemächtigt, dass leider keiner, der Gelegenheit dazu hatte, sich die Mühe nahm, die allererste und wichtigste Frage zu entscheiden, ob das angebliche verkümmerte Blatt nicht aus der Achsel eines Blattes hervorkommt und somit seine Zweignatur ganz ohnzweifelhaft zu erkennen giebt. Verhält es sich aber so, wie ich zuversichtlich glaube

Digitized by Google

und wofür allerwege die so nahe Verwandtschaft mit den *Abietineen* spricht, so ist dieses Vorkommen, weit entfernt ein Einwand zu sein, vielmehr eines der glänzendsten Beispiele für die Richtigkeit meiner Ansicht.

Einen anderen Einwurf, der von den wenigen bekannt gewordenen Beispielen einer rückschreitenden Metamorphose bei den hierher gehörigen Familien hergenommen werden könnte, muss ich ebenfalls vorläufig ablehnen, da sie leider keineswegs mit der Umsicht und Genauigkeit untersucht oder doch beschrieben sind, um zu einer Entscheidung dieser Frage dienen zu können und ebenso sehr Erklärungen in meinem als in einem andern Sinne zulassen.

Ich will hier noch bemerken, obwohl es dem Vorstehenden eigentlich fremd ist, dass offenbar die Integumente des Eichens nicht wie ich selbst früher annahm, als Blattorgane betrachtet werden dürfen, sondern nur als Entwickelungen der Stengelsubstanz, schon deshalb, weil sich niemals ein jüngeres Blatt unterhalb eines älteren bildet, wie doch bei dem äussern Integument im Verhältniss zum inneren der Fall ist.

### 3) Andeutungen über die anatomisch-physiologischen Verschiedenheiten der Stengelgebilde.

Ich habe mich stets gewundert, wenn ich die vielen Streitschriften über die Verschiedenheiten des monokotyledonen oder dikotyledonen Holzstammes las und dabei fand, dass man fast immer nur den sogenannten Holzstamm der Palmen mit dem Holzstamm der dikotyledonen Waldbäume unserer Zone verglichen hatte, und dass meistentheils den Untersuchern entgangen war, dass hier ganz disparate Dinge zusammengestellt sind, die sich so gar nicht vergleichen lassen. Der Palmenstamm entsteht nämlich aus unentwickelten Interfoliartheilen, unser dikotyledoner Holzstamm aber aus entwickelten, und dieser Unterschied ist besonders für die Pflanzen mit vielreihigen Holzbündeln so wichtig, dass Nelkenstengel und Grashalm nicht so sehr verschieden sind, als letzterer und ein Zwiebelstock. Es scheint mir, dass man trotz aller Untersuchungen der ausgezeichnetsten Forscher für den Unterschied zwischen

Digitized by Google

den zwei grossen Abtheilungen der Phanerogamen in Bezug auf die Structur ihres Stengels, wenn überall den richtigen, doch gewiss noch nicht den kürzesten Ausdruck gefunden hat. Es kommen bei den Stengeln überhaupt folgende Verschiedenheiten vor, die auf Entwicklung, Zahl und Anordnung, Richtung und Structur der Gefäss- (Holz-) Bündel beruhen.

1) Die Gefässbündel, deren Entwicklung immer von Innen nach Aussen vor sich geht, sind entweder in ihrem Wachsthum beschränkt oder unbeschränkt. Im Allgemeinen besteht jeder Gefässbündel aus drei physiologisch verschiedenen Theilen, nämlich wesentlich aus einem höchst zartwandigen, in lebendiger Entwickelung begriffnen Gewebe, in welchem sich neue Zellen erzeugen, die dann nach zwei verschiedenen Seiten sich in verschiedener Configuration anlagern, nämlich nach Aussen als ein eigenthümliches sehr dickwandiges länger oder kürzer gestrecktes Zellgewebe (Bast), nach Innen in allmäliger Folge (der allmäligen Längsdehnung des Theils coordinirt) als Ringgefässe, Spiralgefässe, netzförmige und poröse Gefässe und Holzzellen, letztere entweder gleichförmig oder unter einander wiederum differenzirt, das eigentlich sogenannte Holz bildend. Bis zu einer gewissen Periode schreitet die Ausbildung der monokotyledonen und dikotyledonen Gefässbündel gleichförmig fort, dann aber verändert sich bei den *Monokotyledonen* plötzlich jenes zartwandige lebendige Bildungszellgewebe, die Zellen werden dickwandiger, ihre Fortpflanzungsfähigkeit hört auf, und wenn alle umgebenden Zellen vollständig entwickelt sind, so nehmen auch sie eine ganz eigenthümliche Gestalt an und hören auf Gummi, Schleim u. s. w. kurz trübe (bildungsfähige) Säfte zu führen. In der Periode vom Aufhören der Zellenentwickelungen an sind sie von *Mohlvasa propria* genannt. Dadurch ist nun jede weitere Ausbildung des Gefässbündels unmöglich gemacht, und ich nenne solche Gefässbündel deshalb „geschlossene" oder „begrenzte." Bei den *Dikotyledonen* dagegen behält jenes Gewebe, das hier dann *Cambium auct.*, *couche regénératrice Mirb.* genannt wird, für das ganze Leben des Pflanzentheils seine lebendige Zeugungskraft bei, er fährt fort, neue Zellen zu entwickeln und vermehrt durch diese Zellen, die sich immer theils der äusseren Portion (Bast) theils

Digitized by Google

der innern (Holz) anschliessen, die Masse bis in's Unendliche. Dieses geschieht nun nach Klima und Natur der Pflanze entweder ziemlich stetig, z. B. bei den *Cacteen**), oder in Perioden starker Förderung und fast gänzlichen Stillstandes, wie bei unsern Waldbäumen. Auch bei diesen letzteren kann man sich mit Ausdauer und zarter Behandlung davon überzeugen, dass der Stamm vom Mark bis zur Rinde in allen seinen Lebensperioden ein continuirliches Gewebe bilde, und nie die Rinde vom Stamme getrennt ist; was man so nennt, ist nur ein durch die Manipulation hervorgebrachtes Zerreissen des zarten Bildungsgewebes, welches grossentheils, obwohl plattgedrückt und mit Stärke, Gummi u. s. w. gefüllt, schon während des Winters als Grundlage des neuen Jahresringes vorhanden ist, im Frühling aber durch den neuen Saftzustrom ausgedehnt, aufgelockert und seines Inhaltes durch Auflösung beraubt wird. Ueberall kann man sich überzeugen, dass sich das neue Zellgewebe stets innerhalb des schon vorhandenen in Mutterzellen bildet, auch vermittelst Cytoblasten auf dieselbe Weise, wie ich es früher für andere Zellen nachgewiesen habe. Und zwar bilden sich die jungen Zellen stets an dem obern oder unteren (ich habe leider bis jetzt nicht darauf geachtet) Ende**) der langgestreckten Mutterzellen und wachsen bei ihrer Ausdehnung der Länge nach durch diese hin und eben ihr Anstoss an das andere Ende der Zelle scheint dann wieder an der entsprechenden Stelle in der nächstfolgenden Zelle, das Entstehen einer neuen Zelle hervorzurufen. Erst seit dem Herbst 1837 habe ich diesen Vorgang einer eignen gründlichen Untersuchung unterworfen und muss bitten hiernach Alles, was ich früher in *Müller's* Archiv 1838 (Beiträge zur Phytogenesis)***) den bisherigen Ansichten folgend über die Entstehung des Cambium gesagt habe, zu verbessern; obwohl in der Bedeutung des

*) Aus diesem Grunde ist bei den Cacteen die Beobachtung des ganzen Vorganges auch am leichtesten. Uebrigens haben auch die Cacteen Remissionen des Wachsthums, die aber durchaus nicht den Jahrestrieben entsprechen, obwohl sie ähnliche Erscheinungen hervorbringen. Die Ursache ist noch völlig unbekannt.

**) Stets an dem untern Ende nach spätern Untersuchungen.

***) Siehe No. VI. dieser Sammlung.

Digitized by Google

Holzstammes, wie ich sie damals aufstellte, dadurch im Wesentlichen nichts geändert wird.

Diese Verschiedenheit zwischen begrenzten und unbegrenzten Gefässbündeln giebt nun den einzigen, durchgreifenden Unterschied zwischen *Monokotyledonen* und *Dikotyledonen*. Bei den einjährigen *Dikotyledonen* hat zwar der durch den Tod der Pflanze in seiner weitern Entwickelung gehemmte Gefässbündel in sofern einige Aehnlichkeit mit den *Monokotyledonen*, doch zeigt sich der Unterschied deutlich bei genauer Untersuchung, indem immer die Bildungsschicht bis zum letzten Momente entwicklungsfähig bleibt, worauf eben das Verholzen der *annuae* in Folge einer consequenten Verhinderung des Blühens, z. B. bei *Reseda odorata* und *Cheiranthus annuus*, beruht. Für diejenigen, die Fortschritte der Wissenschaft nun einmal durchaus nur in der Einführung neuer Wörter finden wollen und deshalb der guten alten Eintheilung in *Mono-* und *Dikotyledonen**) längst überdrüssig sind, schlage ich, statt der ganz unsinnigen Eintheilung in *Endogenen et Exogenen* die auf Vorstehendes gegründeten Benennungen der *Teleophyten* für *Monokotyledonen et Synechophyten* für *Dikotyledonen* vor.

2) Der zweite Unterschied unter den verschiednen Stengelgebilden ist in der Zahl und Anordnung der Gefässbündel begründet, ob nämlich nur ein einfacher Kreis derselben vorhanden ist, oder mehrere concentrische. Im ersten Falle drängen sich die Gefässbündel in den meisten Fällen früher oder später eng an einander und bilden so einen geschlossenen hohlen Cylinder, der nur durch einzelne grössere oder geringere Streifen zusammengedrückten Parenchyms von Innen nach Aussen durchsetzt wird. Diese letzteren werden Markstrahlen genannt. Dieses Zusammenschliessen findet aber nicht immer bei einjährigen Stengeln statt, und daher lässt sich zum Beispiel ausser der Natur der Gefässbündel selbst zwischen dem Holzgerüst von *Tropaeolum majus* (unbegrenzte Gefäss-

*) Uebrigens bleibt diese Eintheilung die allein richtige, weil sie auf der Entwickelungsgeschichte beruht, und wird in ihrem Werth selbst nicht durch einige Coniferen geschwächt, da das Wesentliche nicht in der Zahl, sondern in der Verticillation der *Kotyledonen* besteht.

Digitized by Google

bündel) und dem kriechenden Stengel von *Polypodium ramosum* (begrenzte Gefässbündel) kein Unterschied angeben. Nur in dem Falle, wo durch Einen Kreis von wenigstens ziemlich enge stehenden Gefässbündeln eine bestimmte Grenze gegeben ist, kann von Rinde und Mark die Rede seyn. Ursprünglich ist überall nur ein gleichförmiges Parenchym vorhanden; erst durch die Entwickelung eines Theils desselben zu Gefässbündeln wird der Gegensatz von Eingeschlossnem (Mark) und nach Aussen liegendem (Rinde) hervorgerufen, wobei aber die Markstrahlen, die sich von schmalen Plättchen durch alle Zwischenstufen bis zu einer ungetrennt-communicirenden, nur von den Gefässbündeln, als einzelnen Fäden, durchsetzten Parenchymmasse verfolgen lassen, immer noch die Verbindung unterhalten. Der Streit über Rinde und Nichtrinde der *Monokotyledonen* ist daher ganz thöricht, entweder ein leerer Wortstreit, oder auf die Behauptung von etwas entschieden Falschem begründet, indem das, was man bei vielen *Monokotyledonen* Rinde genannt hat, etwas seiner Entstehung, Structur und physiologischen Bedeutung nach von der Rinde der *Dicotyledonen* himmelweit Verschiedenes ist.

Der Fall nun eines einfachen geschlossenen Gefässbündelkreises kommt, so viel mir bekannt, nur bei *Dikotyledonen*-Stengeln vor (bei den *Monokotyledonen* dagegen ist es, wie ich glaube, der regelmässige Bau der Wurzeln*).

Der andere Fall mehrerer Gefässbündelkreise ist dagegen bei *Monokotyledonen* durchgängig vorhanden, und findet sich unter den *Dikotyledonen* bei den *Piperaceae*, *Nyctagineae*, *Amaranthaceae*, *Chenopodeae*, und vielleicht noch bei mehreren andern, deren Stengelbildung nur noch nicht bekannt geworden. Indess tritt hierbei der Hauptunterschied zwischen *Monokotyledonen* und *Dikotyledonen*, der der geschlossenen und ungeschlossenen Gefässbündel in Wirksamkeit, wodurch bei den genannten *Dikotyledonen* ein ganz eigner Holzbau bedingt wird. Zuerst machte mich hierauf *Rob. Brown* an einem *Pisonia*-Stamme (*unknown Burmese tree* bei *Lindley introd. to botany* p. 80. Fig. 40) aufmerksam. Da nämlich alle jene in verschie-

*) Der Nebenwurzeln.



Digitized by Google

denen Kreisen stehenden Gefässbündel fortfahren sich zu entwickeln, so schliessen sie sich zuletzt fast zu einer gleichförmigen Masse an einander, das sie früher trennende Parenchym wird dabei auf einzelne kleine Inseln zusammengedrängt, die dann das ausgebildete Holz scheinbar zerstreut in kleinen verticalen Strängen durchziehen, die man in Bezug auf ihren Ursprung mit vollem Recht verticale Markstrahlen nennen könnte. Nach aussen von diesen Strängen findet man dann im Holze meist noch unveränderte Spiroiden, als die Anfänge der äussern Gefässbündel. Die ganze Entwickelung dieses eigenthümlichen Baues verfolgte ich bei zwei *Pisonia*-Arten, bei *Amaranthus viridis*, *Beta cicla*, *Atriplex hortensis*, *Chenopodium quinoa* u. s. f. Viele andere Pflanzen der genannten Familien, so wie der *Piperaceen*, die ich nur in einzelnen Zuständen untersuchen konnte, bewiesen durch ihren Bau, dass diese Eigenheit für jene Familien ganz allgemein ist. —

Eine wunderbare Form des Holzes gehört wahrscheinlich auch hierher (und vielleicht die ganze Familie der *Crassulaceae*), mir war aber eine Verfolgung der Entwickelungsgeschichte nicht vergönnt*). Bei einem alten unbestimmten *Echeveria*-Stamme fand ich nämlich eine ganz gleichförmige Holzmasse aus Prosenchymzellen ohne Gefässe gebildet, und darin eingestreut kleine verticale Stränge eines sehr zartwandigen Parenchyms, in dessen Mitte ein meist noch abrollbares Spiralgefäss verlief.

3) Ein drittes Moment, aus dem wesentliche Stammverschiedenheiten entspringen, ist nun das Verhältniss der Axe zu den von seiner Peripherie abgehenden Theilen, den Blättern und Knospen. Hierher gehören nun mannigfache Erscheinungen.

*) Ich bemerke hier ausdrücklich, dass mir die frühern Zustände nicht zu Gebote standen, und protestire feierlich gegen den Vorwurf, als hätte ich etwas übersehen, wenn die Entwickelung etwa ein anderes Resultat geben sollte. Ich würde das nicht erwähnen, wenn mich nicht *Meyen* (Jahresbericht dieser Zeitschr. 1838. S. 44.) eben so grundlos des Uebersehens bezüchtigt hätte, wo ich doch ebenfalls ausdrücklich erklärt hatte, dass frühere Zustände mir nicht zu Gebote gestanden hätten, und wo noch dazu die Entwickelungsgeschichte beweist, dass meine Vermuthung über die Bedeutung des fraglichen Gebildes durchaus die richtige gewesen war.

Digitized by Google

*A*) Eine für die *Dikotyledonen* ganz allgemeine Erscheinung ist hier die Knotenbildung. Ein seitliches Organ nämlich entsteht bei den *Dikotyledonen* überall nur aus den Knoten, nicht dem in der beschreibenden Botanik sogenannten Theil (denn das ist überall nur eine rohe Wahrnehmung einer ziemlich vereinzelten Erscheinungsform), sondern aus einer eigenthümlichen, stets anatomisch nachweisbaren Anordnung der Gefässbündel. Es bildet sich nämlich aus zwei oder mehreren Gefässbündeln durch einfaches Aneinanderlegen oder durch anastomotische Verzweigungen eine Schlinge, *Ansa*, und aus diesem *Plexus* erst erhalten die peripherischen Organe ihre Gefässbündel. Aus diesem Verhältniss in Verbindung mit der Bildung der horizontalen Markstrahlen geht nun eine unendliche Mannigfaltigkeit des Holzkörpers hervor. Diese *Ansa* hat zugleich wesentlich die Bestimmung, das *Parenchyma* des seitlichen Organs mit dem Marke (oder überhaupt dem lebendigen *Parenchyma*) der Axe in Verbindung zu setzen. Die Grösse der Schlinge ist daher wesentlich von der Dicke der Basis der Blätter oder Seitenknospen abhängig (oder richtiger umgekehrt).

Bei den *Monkotyledonen* ist diese wahre Knotenbildung wahrscheinlich viel seltener, wenn sie überhaupt daselbst vorkommt, denn mir ist noch zweifelhaft, ob in den sogenannten Knoten der Gräser etc. wirklich eine Anastomose der Gefässbündel zum Behuf der Abgebung von Bündeln an die Seitentheile vorkommt. So viel ist wenigstens gewiss, dass bei den *Monokotyledonen* die Anastomose der Gefässbündel entschieden seltner vorkommt als bei den *Dikotyledonen*. Hieraus würde sich denn, wenn man wirklich fände, dass die oben charakterisirte Knotenbildung bei den *Monokotyledonen* nirgends vorkommt, allerdings auch ein durchgreifender und primärer Unterschied zwischen den *Mono- et Dikotyledonen* ergeben.

Bei den *Akotyledonen* tritt entschieden wieder die Bildung der *Dikotyledonen* ein und man würde sich viel unnütze Worte über die angeblichen Abweichungen des Farrenstammes erspart haben, wenn man die Bildungen, von denen er abweichen soll (den *Dikotyledonen*-Stamm) nicht in einseitiger



Digitized by Google

Betrachtung einer Eiche oder Linde, sondern in den verschiedenen Typen der einzelnen Familien studirt hätte. Ich glaube es sollte mir nicht gar schwer werden, alle Modificationen des Holzkörpers der Farren, die nicht aus dem Geschlossensein der Gefässbündel, sondern nur aus Zahl und Lage und gegenseitiger Verbindung hervorgehen, im Wesentlichen auch bei den *Euphorbiaceen*, oder den *Cacteen* nachzuweisen. —

*B*) Ueberall wo Gefässbündel zu einem peripherischen Organe abgehen, müssen sich diese mit den später entstandenen und zwar nach Aussen von der Abgangsstelle gebildeten Theilen kreuzen. Das ist schon vor aller Untersuchung einzusehen, und so weit entfernt eine Eigenthümlichkeit im Wachsthum der *Monokotyledonen* zu seyn, dass man schon allein daraus hätte mit Sicherheit schliessen dürfen, dass die ganze angebliche Endogeneität nicht existire. Es ist aber bei den getrennten, geschlossenen Gefässbündeln der *Monokotyledonen* auffallender, obwohl auch recht gut anderweitig, z. B. bei alten *Melocacten*, *Echinocacten* und *Mamillarien* zu beobachten.

*C*) Am allerwichtigsten aber wird hier der Umstand, ob die Interfoliartheile in die Länge entwickelt sind oder nicht. Im ersten Falle dienen natürlich alle neu an der Aussenfläche entstehenden Theile (seyen es neue Gefässbündel oder die fortschreitende Entwickelung alter) zur Verdickung des ganzen Stammes, ohne dass durch diese neuen Theile seiner Länge etwas zugesetzt würde.

Anders verhält es sich dagegen, wenn sich die Interfoliartheile nicht entwickeln. Hier tritt, soviel ich bis jetzt beobachten konnte, stets der Umstand ein, dass vom ersten Interfoliartheile der keimenden Pflanze, oder der sich bildenden Knospe, der Wachsthumstrieb, der sich nicht in der Längenrichtung äussern kann, jedes folgende *Internodium* bis zu einer bestimmten Periode mehr in die Breite ausdehnt, so dass jedes spätere das frühere um etwas überragt und dadurch die ursprüngliche Seitenfläche zur Unterfläche macht. Als das beste Beispiel nenne ich hier die Entwickelung der *Zwiebeln* und der *Melocacten*. Diese Vergrösserung der *Internodien* dauert indess nur eine bestimmte Zeit, bis nämlich die Pflanze sich auf diese Weise eine genügend breite Basis gebildet. Von da an

Digitized by Google

dehnt sich das neue Internodium nicht mehr über das Alte aus und es entsteht durch fortgesetztes Aufeinanderlegen der hohlen Kegeln gleichenden Interfoliartheile ein sich allmälig erhebender, aber gewöhnlich sich nicht weiter verdickender Stamm. Eine Wiederholung der eben beschriebenen allmäligen Erweiterung der *Internodien* tritt ausnahmsweise bei den bauchig angeschwollenen Palmenstämmen ein. Zum Studium dieser Stammform bei *Monokotyledonen* sind für den, dem Palmen nicht zu Gebote stehen, *Allium strictum*, *senescens* etc. zu empfehlen, die einen wirklichen kleinen Palmenstamm bilden.

Aus dieser Bildungsweise folgt nun aber für Pflanzen mit geschlossenen Gefässbündeln der bogenförmige Verlauf der den peripherischen Theilen zukommenden Gefässbündel von selbst, wie sich das leicht aus einer schematischen Construction eines solchen Stammes (Fig. 17) ergiebt, wo die punctirten Linien die Grenzen der jedem Interfoliartheil angehörigen Masse (der hohlen Kegel) und der Pfeil die Richtung andeutet, die nicht eigentlich der Richtung von Innen nach Aussen bei einem entwickelten Stengel entspricht, sondern zugleich diese und die Richtung von Unten nach Oben in sich vereinigt, indem jeder Kegel zugleich ein neues nach oben aufgesetztes *Internodium* und ein neuer nach aussen angesetzter Theil ist. Jedes Blatt nun (*a*) hatte bei seiner Entstehung seinen Stand auf der Spitze (*x*) des mit ihm zugleich entstandenen hohlen Kegels, in welchem die zu dem Blatte gehörigen Gefässbündel natürlich von der Peripherie schräg nach Innen und Oben bis zu diesem Blatte, also bis zur Axe des Stammes (*x*) verliefen. Von diesem Standpunkt wurde nun aber bei der Fortbildung das Blatt allmälig bis zur Peripherie geschoben, welchem Wege seine Gefässbündel folgen mussten, indem sie alle folgenden Kegel etwa eben so durchbohrten wie der Ast eines unserer Waldbäume die spätern Jahresringe, wodurch denn das zweite Stück des Bogens von Innen schräge nach Aussen und Oben gebildet wird. Ob nun der Bogen länger oder kürzer, oder was dasselbe sagen will, mehr oder weniger gekrümmt ist, hängt hauptsächlich von der Form der neu aufgesetzten Kegel, d. h. von der Form des Terminaltriebs, ab. Je spitzer die Terminalknospe zuläuft, desto länger der Bogen, wie bei den meisten

Digitized by Google

Palmen, je flacher die Terminalknospe, desto kürzer und gekrümmter ist der Bogen, wie bei den meisten *Monokotyledonen Rhizomen*.

Es geht hieraus aber schon hervor, dass der bogenförmige Verlauf der Gefässbündel nicht als primäre Unterscheidung für die *Mono*- und *Dikotyledonen* gebraucht werden darf, denn derselbe ist von zwei andern Verhältnissen „den geschlossenen Gefässbündeln und den nicht entwickelten *Internodien*" abhängig, müsste also einmal bei *Dikotyledonen* auch vorhanden sein, wenn diese geschlossene Gefässbündel hätten, und kommt anderntheils nicht dem monokotyledonen Stengel überhaupt, sondern nur dem mit unentwickelten *Internodien* zu.

*D*) Besonders nun aus dem Zusammentreffen der unter *A.* und *C.* aufgeführten Momente entsteht bei einem einfachen, geschlossenen Kreise von Gefässbündeln und verhältnissmässig grossen Blattbasen für die geschlossenen Gefässbündel z. B. die Form des Farrenstammes, für die ungeschlossenen Gefässbündel die des *Cacteen*-Stammes, welche letztere fast alle Verhältnisse des Farrenstammes, nur stets oberhalb der Erde, wiederholen.

4) Insbesondere für die *Dikotyledonen*-Stengelgebilde ergeben sich noch manche Verschiedenheiten aus der Hypertrophie des Markes, der Rinde oder beider, wie z. B. bei *Euphorbien*, *Cacteen*, vielen Knollen, z. B. *Solanum tuberosum* und besonders auch der *Cycadeae*, deren Stammbildung mit der der Palmen nur die alleroberflächlichste Aehnlichkeit hat, zwar näher als mit diesem mit dem Farrenstamme verwandt ist, aber auch von diesem letztern sich durch die unbegrenzten Gefässbündel ganz wesentlich unterscheidet und bei weitem mehr sich den *Cacteen*-Stämmen nähert.

5) Endlich ist die Modification der Zellen, welche die Holzbündel primär oder in ihrer spätern Entwickelung zusammensetzen, ganz unendlich verschieden und viel mehr, als man bis jetzt glaubt. Das leichte Holz der *Avicennien* besteht fast nur aus porösen Gefässen, das gleichfalls leichte und weiche Holz der *Bombax pentandra* besteht fast ganz aus *Parenchym*, Spiral-, Ring- und Netzgefässen und sehr selten im äussern Theile der Jahrringe vorkommendem *Prosenchym*. Das Holz

Digitized by Google

der *Melocacten*, *Mamillarien* und *Echinocacten* besteht ganz und gar aus eigenthümlichen kurzen, weiten, sehr dünnwandigen, oben und unten stumpf konisch geendeten Zellen mit sehr dicken (mit der schmalen Kante aufgesetzten) Spiral- oder Ringfibern-Zellen, wie sie *Meyen* in seiner Phytotomie aus *Opuntia cylindrica* abgebildet hat, wo sie, wie bei den meisten *Opuntien*, obwohl in geringer Menge, an den Coarctationen der Glieder vorkommen. Bekannt ist, dass bei *Coniferen* und *Cycadeen* die Zellen, welche das Holz bilden, sich gleichförmig ausbilden, und nicht, wie bei vielen andern Holzarten, sich in *Prosenchyma* und Gefässe differenziren. In vielen Pflanzen werden die zuerst entstandenen Spiralgefässe der Markscheide in Folge der grossen Längsdehnung der Zellen in Ringgefässe umgewandelt, in welcher Form sie dann bestehen bleiben, in anderen Pflanzen aber haben die Spiralen ungeachtet grosser Ausdehnung, die sie leiden müssen, nicht die Tendenz dazu, dann werden sie mit ihrer Zelle oft so in die Länge gezogen, dass sie nur wie ein Faden in einem Intercellulargang zu liegen scheinen und hier auch häufig völlig resorbirt werden; dies kann man sehr schön z. B. bei *Opuntia monacantha*, *cylindrica*, *Mamillaria simplex*, *Helleborus foetidus etc.* beobachten. Sollte dies nicht vielleicht der Grund seyn, weshalb man in gar vielen Fällen am ausgewachsen Stengel selbst in der *Corona medullaris* keine ächten Spiroiden mehr antrifft?

Uebrigens ist das Studium der Stammbildung noch ein unendliches Feld für tüchtige Forschung, noch hat, so viel ich weiss, Niemand wahrhaft Aufschluss gegeben über die in der Familie der *Sapindaceen* so häufige Bildung, wo man nämlich in einem Stammme mehrere *Centra* für die Holzbildung antrifft, von denen nur eins die Axe des Stengels einnimmt. Ebenso wenig ist irgend etwas Genügendes über die eigenthümliche Structur des Stammes der *Phytocrene* (Wall.) bekannt geworden, ebenfalls nicht über die analogen in der Familie der *Bignoniaceae* sehr häufig vorkommenden Verhältnisse, — Bildungen, die sich mit Worten nicht wohl beschreiben lassen, weshalb ich vorläufig nur auf *Lindley Introd. to Botany* pag. 78. Fig. 36. verweise, wo ein ganz gleiches Vorkommen angeblich aus einer *Passiflora* abgebildet ist.

Digitized by Google

**4) Ueber die weibliche Blüthe der *Cannabineae*.**

Die Beschreibung der *genera Cannabis* und *Humulus* in *Endlicher's genera plantarum pag.* 286. enthält einige wesentliche Mängel. Beiden kommt ein von ihm und den meisten Botanikern gänzlich übersehenes *perianthium*, *monophyllum*, *urceolatum*, *membranaceum* zu, worauf auch schon *Kunth* in seiner *Flora berolinensis* (1838) aufmerksam gemacht hat (Fig. 6. und 7.) Das *Ovulum* ist aber keineswegs wie *Endlicher* abweichend von allen bisherigen Beschreibungen (*vide* z. B. *Nees ab Esenbeck genera plantarum Flor. Germ.*) behauptet ein *ovulum erectum*, *atropum*, sondern ein *ovulum pendulum*, *campylotropum*, wie Fig. 6. von *Cannabis sativa* zeigt, womit *Humulus* durchaus übereinstimmt.

**5) Einige Bemerkungen über die *Hydropeltideae*.**

In den *Annals of the Lyceum of natural history New York.* 1837. *Vol.* 4. befindet sich ein Aufsatz von *Asa Gray*, *remarks on the structure and affinities of Ceratophyllaceae*, in welchem derselbe den von mir schon an einem andern Orte aufgedeckten Irrthum über die *radicula supera Dec.* rügt, übrigens aber unserer Kenntniss dieser Familie auch gar nichts Neues hinzufügt. Nur deutet er noch auf eine Verwandtschaft mit *Nelumbium* hin, deren Widerlegung überflüssig ist, weil er dieselbe allein auf die von ihm gar nicht begriffene Structur des Eichens und Saamens von *Ceratophyllum* bei *Brongniart* und seine singuläre Ansichten über den Saamen von *Nelumbium*, dessen richtige Analyse doch schon *C. L. Richard* gegeben, gründet. Diese Verwandtschaft dehnt er auch auf die *Hydropeltideae* aus. *Asa Gray* war nun offenbar viel zu wenig in den Structurverhältnissen des Eichens und der Saamen orientirt, um sich in diese etwas schwierigen Verhältnisse zu finden und so macht er denn *mirabile dictu* daraus ein *ovulum pendulum*, *atropum* und eine *radicula infera* (*!!*). Er meint nicht mit Unrecht, dass dieser Bau bisher „*wholly overlooked*" sey, denn auf dergleichen konnte nicht leicht ein etwas gründlicher Kenner der Saamen kommen und *Richard* hat bereits (mit Aus-

Digitized by Google

nahme der falschen Deutung des kleinen Endosperms) in unübertrefflicher Vollendung die Analyse des Saamens von *Hydropeltis* und *Cabomba* gegeben. Wenn die Neuern doch lieber erst die grossen Heroen der Wissenschaft *C. L. Richard* und *Gaertner* etwas gründlicher studiren wollten, ehe sie selbst mit ihren unreifen Ansichten hervortreten, wir würden wahrlich viel Unnützes weniger haben. Untersucht man nun ein *Ovarium* von *Cabomba aquatica* (Fig. 8. und 9.) (was *Asa Gray* um so leichter hätte werden müssen, da ihm, als Nordamerikaner, doch gewiss ohne grosse Mühe frische Exemplare dieser interessantesten Pflanzen der nordamerikanischen Flora zu Gebote standen) so findet man in demselben 2 — 3 *ovula pendula*. Jedes *Ovulum* besteht aus *nucleus*, *integumentum internum et externum*, und ist *anatropum*, woraus denn allein schon nothwendig die *radicula supera* folgt. Zum Ueberfluss verweise ich noch auf eine Saamenanalyse von *Cabomba aquatica* in einem nächstens erscheinenden Aufsatze von *Dr. Vogel* und mir (über das *Albumen* insbesondere der *Leguminosen Acta Leop. Carol. Vol. XIX. P.* 2. 1839.) Der Bau von *Hydropeltis* weicht in keinem Stücke ab.

Die *Hydropeltideen* bieten noch manche höchst interessante Punkte dar. — So war es mir wenigstens unmöglich in den untergetauchten Theilen, sowohl bei *Cabomba aquatica* als bei *Hydropeltis peltata* auch nur eine Spur von Spiralgefässen zu entdecken*). Bei *Hydropeltis* zeigt sich am Stengel, Blattstiel und der untern Blattfläche ein merkwürdiger Bau der Oberhaut, welcher schon von *Dr. Solander* bemerkt wurde, weshalb er dem *genus* den nicht publicirten, sehr passenden Namen *Ixodia* gab. Die Oberhaut besteht nämlich aus einer sehr dicken Schicht, einer scharf begränzten, in Wasser unlöslichen *gelatina*, in welcher die Oberhautzellen alle in Form von Haaren unter einander unverwachsen hineinragen. Ihr *Lumen* ist zum Theil (*in pl. sicc.*) mit einem gelbbräunlichen, wie es scheint, harzartigen Stoff erfüllt.

*) Auch bei der so wunderbaren *Mayaca fluviatilis Aubl.* fehlen in Blättern und Stengeln (mit Ausnahme des *pedunculus*) die Gefässe.

Digitized by Google

### 6) Ueber einige eigenthümliche Bastzellen

In *Schott* und *Endlicher Meletemata botanica* kommt in der *Definitio generica* von *Monstera Adans. (Dracontium pertusum Mill.)* die auffallende Phrase vor „*ovariis rhaphidophoris.*“ Da mir nun fast keine *Aroidee* bekannt ist, welche nicht in allen Theilen und gerade besonders häufig im *Ovarium* Rhaphidenbündel hätte, so war ich neugierig zu erfahren; was denn hier so gar besonderes daran sey, dass man es für zweckmässig gehalten, das Vorkommen in eine generische Definition aufzunehmen. Bei genauer Untersuchung fand ich denn, dass hier gar nicht von Rhaphiden, überhaupt nicht von etwas Unorganischem die Rede seyn könne. Durch das Carpellblatt dieser Gattung (wahrscheinlich auch bei *Scindapsus Schott*, wo derselbe Ausdruck gebraucht wird) ziehen sich eine ganz eigenthümliche Art Bastzellen. Dieselben haben etwa die Länge von 0,1 bis 0,13 P. Z. und die Dicke von 0,004 bis 0,0042 P. Z., sind je nach ihrem Alter mit dünnern oder dickeren Wänden versehen: diese letzteren sind aus vielen deutlich unterscheidbaren Schichten zusammengesetzt und von Poren durchbohrt, deren *Lumen* von den Seiten her platt gedrückt ist. In dem Innern dieser Bastzellen, die meist mit granulöser Substanz, Gummi etc. gefüllt sind, entwickeln sich Cytoblasten und auf diesen zartwandige Zellen. Diese brechen hin und wieder an der Stelle der Poren durch. Viele dieser Bastzellen haben kleinere oder grössere Seitenäste und mir scheint es nicht ganz unwahrscheinlich, dass dieselben aus jenen zartwandigen Zellen entstehen, deren *Lumen* nachher durch Resorbtion der Scheidewand mit der Mutterzelle in Communication tritt. Doch fehlte mir auch hier die Möglichkeit die Entwickelungsgeschichte vollständig zu verfolgen. (Vergleiche hierzu Fig. 23 — 26.) Ganz ähnliche Gebilde kommen in Mark und Rinde von *Rhizophora Mangle* zerstreut vor (Fig. 27.) Sehr interessant und für die Lebensgeschichte der Zelle wichtig würde es auch hier seyn, wenn man das Studium der Entwickelungsgeschichte genauer verfolgen könnte.

Digitized by Google

### 7) Ueber die sogenannten Luftwurzeln der tropischen *Orchideen*.

Wenn von der eigenthümlichen, weissen Schicht an den Wurzeln der tropischen *Orchideen* die Rede ist, so werden dieselben gewöhnlich „Luftwurzeln" genannt. Dieselben bilden aber keineswegs einen Gegensatzt gegen andere, etwa noch vorhandene Wurzeln, sondern sind in der That die einzigen Wurzeln, welche die Pflanze aufzuweisen hat und sind ganz gleich organisirt, mögen sie nun, wie bei den auf Bäumen vegetirenden (sogenannten *Parasiten)* sich an das Subject anlegen, dasselbe umschlingen, oder frei in der Luft hängen, oder endlich wie bei den ganz in der Erde wurzelnden z. B. *Cyrtopodium speciosum*, nie mit Luft und Licht in Berührung kommen. Da sich nun bei den eigentlichen Luftwurzeln z. B. der *Pandanus*, *Ficus etc.* ein ähnlicher Bau nicht findet und ebenso wenig bei den wirklichen Erdwurzeln vorkommt, so muss man jene Wurzeln wohl den beiden letzten als eine eigene dritte Art an die Seite stellen, und ich schlage vor sie „*radices velatae*" zu nennen.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 14. Weibliche Inflorescenz von *Viscum album*.
Fig. 15. Weibliche Blüthe desselben im Längsschnitt.
*a. Perianthium.*
*b. Nucleus.*
*c. Pedunculus.*
*d.* Embryosack.
Fig. 16. Männliche Inflorescenz derselben Pflanze.
Sig. 17. Männliche Blüthe im Längsschnitt.
Fig. 18. Schematische Darstellung des Verlaufs der Gefässbündel im *Monokotyledonen*-Stengel mit verkürzten Internodien, vergl. oben den Text p. 21.
Fig. 19. Weibliche Blüthe von *Cannabis sativa* (die Stigmata sind abgeschnitten) unterhalb der punktirten Linie im Längsschnitte dargestellt.

Digitized by Google

*a. Perianthium.*
*b. Ovarium.*
*c. Ovulum pendulum, campylotropum.*

Fig. 20. Weibliche Blüthe von *Humulus Lupulus.* Stigmate sind abgeschnitten.
*a.* und *b.* wie vor.

Fig. 21. Ein Carpell von *Cabomba aquatica Aubl.* durch einen Längsschnitt geöffnet.

Fig. 22. Ein *Ovulum* aus dem Vorigen im Längsschnitt.

Fig. 23. Verschiedene Formen der Bastzellen aus dem *Ovarium* von *Monstera pertusa Adans.*

Fig. 24. Querschnitt einer solchen Bastzelle, der Schnitt hat gerade einen Porencanal getroffen.

Fig. 25. Ein Stück einer einzelnen Bastzelle stark vergrössert.
*a.* Cytoblasten.
*b.* Junge zartwandige Zellen.
*c.* Dergleichen im Begriff die Wand zu durchbrechen.

Fig. 26. Dasselbe wie vor, nur einmal beobachtet.
*a.* Zellen, die sich aus einer austretenden Zelle entwickelt zu haben scheinen.

Fig. 27. Mark mit den eigenthümlichen Bastzellen aus einem jungen Triebe von *Rhizophora Mangle.*
*a.* Abgeschnittner Seitenast einer solchen Bastzelle.

NB. Alle Figuren mit Ausnahme von Fig. 18. sind mehr oder weniger vergrössert.

Digitized by Google

# IV.

# Botanische Notizen.

## 1) Ueber Bastarderzeugung und Sexualität.

Bei Gelegenheit sehr schätzbarer Mittheilungen über Bastarderzeugung in der Flora fragt Prof. *Wiegmann* in Braunschweig am Schlusse, wie dieselbe im Verhältniss zu meiner Theorie der Fortpflanzung zu denken sey. Meine Antwort darauf könnte einfach so lauten: „Durch das Pollenkorn, welches durch seine Verlängerung (den Pollenschlauch) in das Innere des Eichens eintritt, wird dem künftigen Embryo der Typus der mütterlichen (*vulgo* väterlichen) Pflanze aufgedrückt und da die ganze fernere Bildung, durch welche der eigentliche Embryo hervorgeht, im Innern des Embryosacks (des männlichen Princips der Pflanze, *Wolff's nutrimentum magnum in minima mole*) statt findet, wo also der Embryo von der väterlichen (*vulgo* mütterlichen) Pflanze ernährt wird, so wird die Erzeugung des Bastards erklärlich".

Es haben aber auch Andere und namentlich *Meyen* die Bastarderzeugung gradezu, als einen genügenden Einwurf gegen meine Theorie der Fortpflanzung betrachtet und der letzte sagt (in seiner Physiol. Bd. III. psg. 320): „die Bastarderzeugung allein war hinreichend, um die Hypothese des Hrn. *Schleiden* zu beseitigen".

Es giebt eine Classe von Naturphilosophen, die die ganze Wissenschaft, das heisst, so viel sie grade in dem Augenblick davon gefasst haben, mit absoluter Nothwendigkeit in ewigen Naturprincipien begründet nachweisen, morgen aber, wenn sie

Digitized by Google

vielleicht derweile etwas Besseres gelernt, das directe Gegentheil mit derselben absoluten Nothwendigkeit aus denselben Principien abzuleiten wissen. Von solchen komischen Leutchen, die mit dem gesunden Menschenverstand und der Logik beständig über den Fuss gespannt sind, hätte ich mich wohl eines solchen Einwurfs versehen können, aber nicht von *Meyen*, der allem, was über das gesunde, hausbackne Denken hinausgeht, so feind ist, dass er sogar alle Hypothesen vernichten möchte; freilich — ohne zu bedenken, dass es ohne Hypothese überall gar zu keiner Wissenschaft kommen kann. Die Wissenschaft hat als Inhalt nicht ein beliebig geordnetes Aggregat von Thatsachen, sondern ein System von Gesetzen und Regeln und durch dieselben bestimmte Thatsachen. In Beobachtung und Erfahrung fallen aber nun die letzteren; das Gesetz bringen wir allein durch Hypothesis (Voraussetzung) hinzu. — Auch macht *Meyen de facto* keineswegs sehr sparsam Gebrauch von diesem Rechte. — Die Bastarderzeugung anlangend scheint es mir nun aber auch grade für den alltäglichen, gesunden Menschenverstand ganz einerlei zu seyn, ob *a* zu *b*, oder *b* zu *a* kommt, wenn sie nur überhaupt zusammen kommen. Ja die Bastarderzeugung ist so wenig eine Widerlegung meiner Ansicht über die Fortpflanzung, dass sie vielmehr durch dieselbe unendlich viel einfacher und ohne Hülfe der eigenthümlichen Lebenskraft (dieser *Chauve-souris*-Maske physiologischer Unbeholfenheit) erklärt wird, wie meine oben gegebne Antwort auf *Wiegmann's* Frage beweist, welche übrigens (*cuique suum*) zufällig mit Auslassung eines für mich überflüssigen Zwischensatzes eben wörtlich die von *Meyen* (Physiolog. III. pag. 320.) gegebne Erklärung ist. — Gegen *Meyen's* Verwerfung meiner Ansichten über Fortpflanzung kann ich mich insbesondere eines bei ihm sehr beliebten Beweises bedienen, nämlich der Analogie mit der Thierwelt, da sich leicht nachweisen lässt, dass *Meyen's* Ansichten aller Analogie widerstreiten, indem er gradezu die Vorbildung einer materiellen Grundlage, also die Präexistenz eines zu befruchtenden *Ovulums* ableugnet. Ich weiss nicht, was er mit seiner befruchtenden Substanz, die ihm zum Glück unter den Händen lebendig wird und davon läuft, eigentlich im *Ovario* anfangen wollte,

Digitized by Google

denn, wenn der Pollenschlauch im *Ovario* ankommt, findet er nichts vor, was er befruchten könnte; selbst der Vorläufer des Embryos, *Meyen's* Embryobläschen, ist noch nicht einmal vorhanden und bildet sich auch nach ihm weder im Embryosack und aus dessen Substanz, noch aus dem Pollenschlauch und dessen Substanz, sondern zwischen beiden und von beiden nur berührt, als ein ganz neu entstandenes Ding, und keineswegs als die Um- und Ausbildung einer schon vorhandenen Anlage (vgl. Physiol. Bd. III. Taf. XIII. Fig. 38—42*). Uebrigens ist die ganze Darstellung bei *Meyen* so vage und unklar, dass kaum zu entscheiden ist, wie er sich eigentlich die Sache denkt und, wie in dem ganzen Buche Thatsache und Räsonnement, oft auch noch Geschichte und Polemik ohne Trennung verwirrend durcheinander läuft zum grossen Nachtheil des mancherlei Guten, was darin steht, so ist es auch hier. Nirgends wird das Schlussresultat der vielen zum Theil sich widersprechenden Beobachtungen mitgetheilt. Etwas der Art kommt dagegen im Jahresbericht von 1838 (*Wiegmann's* Archiv Jahrgang 5. Bd. 2. S. 33.) vor. Hier sagt *Meyen:* Der Pollenschlauch giebt seine Membran bei der Bildung des Embryos als materielles Substrat, aus welchem eine Bildung im Innern des *Nucleus* des Eichens folgt, die sich theilweise zum Embryo gestaltet. — Wenn dieser Satz etwas anderes heissen soll als „dass der Embryo eine Umgestaltung eines Theils des Pollenschlauchs (nämlich seines äussersten Endes im *Nucleus*) sey, so muss ich gestehen, dass der Satz für mich gar keinen Sinn hat. Soll er aber so, wie eben angegeben, verstanden werden, so ist es nichts als eine sehr erkünstelte und schwerfällige Phrase für meinen einfachen Satz: „Das Ende des Pollenschlauchs wird zum Embryo, folglich ist das Pollenkorn *ovulum*."

*Meyen's*, aus viel zu wenigen, meist unvollständigen

*) Ich berufe mich hier nur auf die Abbildungen, aus denen sich die obige Erklärung natürlich ergiebt. *Meyen's* Erklärung findet in seinen eignen Abbildungen keine Stütze und beruht überhaupt nicht auf Anschauung, sonst würde er gerade hier, beim wichtigsten und fast allein wesentlichen Punkte, wohl nicht verfehlt haben, die so sehr nöthigen Abbildungen zu geben. —

Digitized by Google

Beobachtungen hervorgegangene Ansicht entbehrt also grade da der von ihm stets hervorgehobenen Analogie des Thierreichs, wo nach den neuern Untersuchungen von *Wagner*, *Baer* und *Schwann* ganz entschieden eine sehr specielle Analogie existirt, nämlich in der Präexistenz des Embryos als einzelner Zelle, aus welcher, bestimmt durch befruchtenden Einfluss, das neue Individuum sich entwickelt. — Uebrigens muss ich eine ausführlichere Nachweisung der Unzulänglichkeit der Meyen'schen Untersuchungen, insbesondere soweit es ein specielles Eingehen in die von ihm angeführten Beispiele betrifft, für einen andern Ort aufsparen. — Als Andeutung, dass mein Urtheil über diesen Theil der Meyen'schen Untersuchungen nicht unbegründet ist, mag hier noch folgendes Platz finden. Wenn derselbe z. B. den *Liliaceen* den Embryosack abspricht und sogar die Behauptung aufstellt, dass sich bei ihnen eine Höhle im *Nucleus* erst bei der Verstäubung der Antheren bilde (Physiolog. Bd. III. pag. 306, 311), so ist das allein einer höchst mangelhaften Untersuchung des Entwicklungsganges und einer höchst ungenügenden Zahl von Fällen und somit einer Beschränktheit des Blickes zuzuschreiben. — *Phormium tenax* hat in allen Entwickelungsstufen und namentlich schon zu einer Zeit, wo die Knospe etwa 1″ lang ist, einen Embryosack, dessen Derbheit dem Trivialnamen der Pflanze alle Ehre macht. Aber auch lange vor Oeffnung der Knospe (ja bei den *Tulipaceen* lange, ehe die Eihäute den *Nucleus* vollständig bedecken) ist der Embryosak bei *Tulipa sylvestris*, *gesneriana*, *breyniana*, *Fritillaria imperialis* und *pyrenaica*, *Scilla sibirica*, *Eucomis punctata*, *Hyacinthus orientalis*, *Hemerocallis flava*, *Allium Moly*, *Lilium candidum*, *camschaticum*, *tigrinum*, *bulbiferum*, *Martagon* und *chalcedonicum* deutlich vorhanden. Grade *Lilium candidum* hätte *Meyen* den besten Beweis von der Falschheit seiner Ansicht liefern können. Hier zeigt nämlich jede Zelle des *Nucleus* einen sehr deutlichen scharf gezeichneten Cytoblasten und so wie bei den andern Zellen bleibt dieser Cytoblast auch in der Zelle persistent, die sich zum Embryosack ausdehnt und so den *Nucleus* verdrängt. Als solche nur vergrösserte Zelle durch ihren Cytoblasten ganz ohnzweifelhaft charakterisirt, zeigt sich nun der Embryosack in der ½″ langen

Digitized by Google

Knospe, also fast 14 Tage vor Verstäubung der Antheren. — Bei *Allium Moly* ist der Embryosack ebenfalls sehr derb und hat lange vor Aufbrechen der Antheren schon den ganzen *Nucleus* verdrängt und ist an seine Stelle getreten, grade wie bei den *Orchideen*, denen *Meyen* ebenfalls wegen mangelhafter Beobachtung den Embryosack abspricht; denn auch hier charakterisirt sich die zarte, fast gallertartige, die Höhle des *Nucleus* anfänglich auskleidende, später den letzteren ganz ersetzende Membran durch einen oft sehr deutlich zu erkennenden Cytoblasten als selbstständige Zelle. — In solchen Fällen wie bei *Lilium candidum* und den *Orchideen* haben wir nun ein Merkmal, wodurch wir die Anerkennung des Embryosacks, als selbstständiger Zelle, erzwingen können, welches leider in andern Fällen fehlt. — Der Embryosack erleidet bei vielen Pflanzen eine sehr bedeutende Ausdehnung, ist deshalb zur Zeit der Befruchtung äusserst zart, seine Substanz wird in gar vielen Fällen, z. B. namentlich bei *Fritillaria imperialis* zur Zeit der Befruchtung sehr weich, fast gallertartig, damit er der Ausdehnung seiner Membran durch den eindringenden Pollenschlauch um so viel weniger Hinderniss entgegensetze, zugleich adhärirt er den übrigen Zellen des *Nucleus* und wenn dieser schon verdrängt ist des Integuments, zumal in der *Chalaza-region*, woher er den Zufluss der ernährenden Säfte aufnimmt, so fest, dass er durch die Behandlung mit unsern zartesten Instrumenten entweder zerrissen wird, oder doch nicht isolirt werden kann. Doch ist es mir auch durch Ausdauer mehrmals gelungen den Embryosack grade aus *Fritillaria imperialis*, besonders in frühern Zuständen des *ovulum* fast unverletzt herauszupräpariren. — Wer nun aber wie *Meyen* sich an der Betrachtung eines vereinzelten Zustandes und einer einzelnen Pflanze aus einer so grossen Familie, wie die *Liliaceen* sind, genügen lässt, muss dann nothwendig zu dem Glauben kommen, dass hier kein Embryosack vorhanden sey, von dessen Existenz er sich durch Beobachtung der vollständigen Entwickelungsgeschichte im einzelnen Falle und durch den Schluss aus der Analogie bei genauer Untersuchung der verwandten Pflanzen bald überzeugt haben würde. — Wenigstens hätte er sich dann bestimmt dahin aussprechen müssen, dass er *Fritillaria*



Digitized by Google

für eine ganz absonderliche Ausnahme in ihrer eignen Familie ansieht, was *Meyen*, gestützt auf die weiche Substanz des Embryosacks, auch wahrscheinlich gethan haben würde. — Ueberall nämlich scheint es ihm nur schwer zu gelingen, sich vom Individuellen, Einzelnen, Thatsächlichen zum Begriff zu erheben: wie er hier nach einer nicht ausgesprochenen dunkeln Vorstellung den Begriff der Zelle von dem Mehr oder Minder der Festigkeit der Membran abhängig machen möchte, eben so willkürlich scheint er zum Begriff der Spiralfiber eine gewisse, aber auch nicht näher bestimmte Dicke zu fordern (*Wiegmann's* Archiv Jahrgang 5. Bd. 2. pag. 17 — 18).

Ich kann nicht umhin, hier noch zu bemerken, dass *Meyen's* gesammte Beobachtungen, entweder directe meine Beobachtungen bestätigen (z. B. Physiol. Bd. III. Taf. XIII. Fig. 21, 23. Taf. XV. Fig. 1 — 9) oder sich recht wohl als unvollständige Reihen aus meiner Theorie erklären lassen, dass aber umgekehrt ein grosser Theil meiner Untersuchungen, namentlich die ganz constante Erscheinung der Einstülpung des Embryosacks*) und die Entstehung der ersten Zellen auf Cyto-

*) *Mirbel* hat mir (*Notes pour servir à l'histoire de l'embryogénie végétale, séance de l'acad. des Sc. du* 18 *mars* 1839. *S.* 12) vorgeworfen, dass ich die Einstülpung des Embryosacks nirgends abgebildet, und meint deshalb, das Ganze sey nur eine Einbildung von mir. Er irrt aber darin sehr. Die Membran des Embryosacks ist meist so zart, dass man, wenn man verhältnissmässig zeichnen will, ihn nur mit einer einfachen Linie bezeichnen darf. Ebenso verhält es sich meist mit dem Ende des Pollenschlauches; wo nun beide fest an einanderliegen, ist die Duplicität der Wandung so wenig wie bei zartwandigem Parenchym darzustellen; wie man bei diesem aber an den Intercellulargängen die Doppeltheit der Wände erkennt, so kann man es bei jenem an der Stelle, wo der Pollenschlauch an den Embryosack antritt, und das zeigt sich denn meist sehr deutlich und ist auch überall, wo ich es in der Natur deutlich gesehen, von mir abgebildet worden (siehe Ueber Bildung des Eichens etc. *Acta Leopold. Carol. Vol. XIX. P.* 1. *Taf. III. Fig.* 10, 21. *Taf. VI. Fig.* 76. *Taf. VII. Fig.* 103. *Taf. VIII. Fig.* 129, 130). Uebrigens ist mir selbst ein Fall vorgekommen, wo die Einstülpung des Embryosacks deutlich vom Embryonalende des Pollenschlauchs zu unterscheiden war, und diesen Fall habe ich auch ganz naturgetreu dargestellt, nämlich bei *Phormium tenax* Taf. IV. Fig. 48.

Digitized by Google

blasten im Pollenschlauch, so wie die fernere Entwicklung bis zum Embryo durch beständige Entwickelung von Zellen in Zellen, durchaus keine andre Erklärung als die von mir gegebne zulassen, von der man sich nur befreien kann, wenn man die von mir zu Grunde gelegten Thatsachen gradezu in Abrede stellt. —

Von mehreren Seiten ist meine Theorie der vegetabilischen Embryogenie mit dem Namen einer Antisexualtheorie beehrt worden und als solche angefochten; so sagt unter andern *Meyen* Physiol. Bd. III. pag. 282, dass, wenn meine Theorie richtig sey, nicht nur, wie ich gesagt, die Geschlechter bei den Pflanzen falsch benannt seyen, sondern dass man alle Vorstellungen über das Vorkommen geschlechtlicher Differenzirungen bei den Pflanzen aufgeben müsse*). In meinem Aufsatze: „Beiträge zur Phytogenesis," in *Müller's* Archiv Jahrg. 1838, habe ich den Fehler vieler Naturforscher gerügt, Ausdrücke aus einer Disciplin in die andere zu übertragen, ohne sich erst gründlich mit der ursprünglichen Bedeutung des Ausdrucks bekannt gemacht, oder seine volle Anwendbarkeit, mit allen ihm anhängenden Nebenbegriffen an der neuen Stelle tiefer durchdacht zu haben. Ich nahm damals als Beispiel das Wort „Wachsen;" als ein eben so schlagendes kann ich hier das Wort „Geschlecht, *sexus*" ausführen. Wenn man über die Behauptung, dass meine Theorie die Sexualität der Pflanzen leugne, nur einen Augenblick nachdenkt, so kann man sich nicht wohl verhehlen, dass

*) Wahrscheinlich von diesem Irrthum ausgehend sagt *Meyen* (*Wiegmann's* Archiv Jahrgang V., Jahresbericht pag. 36.) *Endlicher's* Ansicht, so paradox sie scheint, sey schwieriger zu beseitigen, als die meinige. — Ich hatte Umkehrung der Geschlechter behauptet, grade wie *Endlicher*. Ich habe die Anthere für den Eierstock erklärt, grade wie *Endlicher*. Ich aber halte den Embryosack für das männliche Organ, *Endlicher* das Stigma. Ich baue meine Theorie auf beobachtete Thatsachen, *Endlicher* auf Räsonnement. Da nun *Endlicher's* Ansicht über das Stigma sehr leicht, wenn auch nicht als falsch, doch als unbegründet darzustellen ist, so wüsste ich wahrlich nicht, wie meine vielen Beobachtungen leichter zu beseitigen seyn sollten, als *Endlicher's* nicht grade immer concludenten Schlüsse; man müsste denn die *Specialia* meiner Untersuchungen, wie *Meyen*, ignoriren.



Digitized by Google

jenen Männern durchaus ein klarer Begriff bei dem Worte Sexualität mangelte und dass sie dabei entweder in sehr grosser Beschränktheit an der *Linné'schen* Deutung der Organe kleben blieben, oder eine höchst unklare Erinnerung aus der Zoologie zum Grunde legten. — Worin liegt denn bei den Thieren das allgemein geltende Merkmal der Sexualität? Offenbar nicht in der Form der Organe, die so mannigfach von der höchsten Einfachheit zweier Bläschen, bis zu der höchsten Complication abändern, nicht in dem Complex der zu einem Sexus gehörigen Organe, denn *uterus*, *vagina*, *penis**), *scrotum etc.* sind nur bei einzelnen Thierfamilien vorhanden, endlich nicht in der Form des Processes, denn die Befruchtung wie die Ausbildung des befruchteten *ovulum* geschieht bald an diesem bald an jenem Ort, bald innerhalb bald ausserhalb des Organis-

---

*) In *Wiegmann's* Archiv Jahrgang V., Bd. II. Jahresbericht S. 38. sagt *Meyen*: „Etwas anders muss sich der Befruchtungsact bei den Pflanzen darstellen, da ihnen der *penis* fehlt. — Also glaubt *Meyen*, dass alle Thiere einen *penis* besitzen. Wenn er einen solchen bei den *Acephalen*, den *Echinodermen*, *Polypen* etc. entdeckt hat, so ist es doch sehr tadelnswerth, dass er eine so wichtige Entdeckung nicht längst bekannt gemacht. — Der Befruchtungsact muss sich bei den Pflanzen allerdings etwas anders darstellen, als bei den Thieren; daran hat aber der *penis* nicht den geringsten Antheil, denn derselbe fehlt auch einer grossen Anzahl von Thieren. — Ibidem nennt *Meyen* den Pollenschlauch ein in gewisser Hinsicht dem *penis* zu vergleichendes Organ, sagt aber in seiner Physiologie ausdrücklich (S. 311), dass das Keimbläschen aus der Substanz der Spitze des Pollenschlauchs (also gleichsam aus der *glans penis*) gebildet werde. — Wer in seinen eigenen Ansichten noch so confus und unklar ist, wer mit so oberflächlichen Bemerkungen: „dass der Unterschied der thierischen und pflanzlichen Zeugung im Daseyn und Mangel des *penis* liegt", sich selbst zufrieden stellen kann, von dem kann man mit Ernst verlangen, dass er sich solcher kahlen Machtsprüche, wie *Wiegmann's* Archiv I. c. S. 30 („*Schleiden's* Erklärung ist an und für sich ungenügend und denn überhaupt ganz zurückweisen") enthält, oder sie wenigstens mit Gründen belegt. Wenn *Meyen* als Berichterstatter auftreten will, so ist vor allem seine Pflicht unparteiisch die Thatsachen zu referiren, und wenn er sich ein Urtheil erlaubt, dasselbe zu begründen. Das wegwerfende Urtheil aber ohne alle Gründe und sogar, ohne die verworfene Ansicht selbst nur anzuführen, hinschreiben, ist ein Verfahren, bei welchem *Meyen* nur sich selbst schaden kann. —

Digitized by Google

mus. — Es bleibt also für den Begriff der Sexualität als allgemeiner physiologischer Differenz gar nichts übrig als die Bestimmung: „dass ein Individuum (oder bei Zwittern, ein Organ) einen Keim liefert, der für sich nicht im Stande ist, sich zu einem neuen Individuum zu entwickeln, sondern dazu durch den materiellen Einfluss eines anderen Individuums (resp. Organs) bestimmt werden muss.“ Das erste Individuum (Organ) nennen wir das Weibliche, das andere das Männliche. — Nun glaube ich durch meine Beobachtungen nachgewiesen zu haben, dass das Pollenkorn der Keim des neuen Individuums ist. Ich habe aber nirgends behauptet, dass dieser Keim sich für sich selbst zu einer neuen Pflanze entwickeln könne*), sondern dazu bedarf es nothwendig des Einflusses des Embryosacks, mit welchem der Pollenschlauch in Berührung kommt. Deshalb nenne ich die Anthere Eierstock, weibliches Organ, den Embryosack

*) Wenn *Meyen* (*Wiegmann's* Archiv Jahrgang V., Jahresbericht S. 31) sagt: „ich hätte aus meinen Beobachtungen gefolgert, dass die Anthere die Keime enthalte und dass also gar kein Befruchtungsprocess stattfinde, so muss ich die Ehre eines so unlogischen Schlusses, wie in dem also liegt, *Meyen* selbst überlassen. Das Letzte ist aber auch gradezu unwahr und ich muss eine schon früher ausgesprochene Bitte hier dringend wiederholen, dass *Meyen* weder meine Worte verdrehen, noch mir die seinigen leihen möge. — Ein anderes Beispiel der Art liefert *Meyen* l. c. S. 14, „Herr *Schleiden* scheint also sehr entschieden sagen zu wollen, dass sich die Zellenmembran unmittelbar aus Gummi bildet“. Das habe ich entschieden nicht sagen wollen und in meiner Arbeit scheint es auch ganz entschieden nicht so. — Ich kann *Meyen* hier nur die Wahl lassen zu gestehen, dass er entweder nicht weiss, was Gummi ist, oder meine Arbeit beurtheilt, ohne sie gelesen zu haben (wenigstens so, dass er wüsste, was darin steht). Gummi ist ein Stoff, der sich unter andern entschieden dadurch charakterisirt, dass er durch Alkohol körnig gefällt und durch Iod gelb gefärbt wird. — Die Stoffe, die ich als Pflanzengallerte bezeichnet habe (eine Substanz, aus der auch die neu gebildete Zelle zu bestehen scheint) sind von mir entschieden dadurch charakterisirt worden, dass sie durch Alkohol und Iodine gar nicht verändert werden. — Ich habe also entschieden nicht sagen wollen, dass sich die Membran aus Gummi bildet, sondern aus einem Stoff, der von Gummi ebenso verschieden ist und zu demselben in eben dem Verhältnisse steht, wie Gummi von Stärke, Zucker und Membranenstoff selbst verschieden ist. Dabei bin ich aber viel zu bescheiden gewesen, um etwas als entschieden vorzutragen, was noch lange nicht spruchreif ist. —

Digitized by Google

männliches Organ (wenn man will, Saamenbläschen) der Pflanze. Es scheint mir nun ziemlich klar, dass wer daraus ein Leugnen der Sexualität ableitet, nur zeigt, wie mangelhaft logisch*) er selbst orientirt ist. —

Was nun aber die Hauptsache, meine Theorie selbst betrifft, so bin ich weit entfernt meine Beobachtungen für unfehlbar zu halten; ich kenne nur zu gut die breite Möglichkeit des Irrthums bei mikroskopischen Untersuchungen (selbst mit *Plössl. Pistor* oder Amici'schen Instrumenten) besonders bei der Anwendung stärkerer Vergrösserungen. Ich muss aber doch gestehen, dass mir bei eifrig fortgesetzten Untersuchungen noch kein Factum vorgekommen ist, welches mich in meiner Ansicht wankend gemacht, ja nicht vielmehr darin befestigt hätte.

Einen Vorwurf *Mirbel's* (a. a. O. p. 16) muss ich hier zurückweisen, als hätte ich mir in der Untersuchung Sprünge zu Schulden kommen lassen und dadurch mich selbst zum Irrthum verführt. Meine Handzeichnungen von *Zea altissima* enthalten von dem ersten Erscheinen des *Nucleus* bis zum fast reifen Embryo, also von *Mirbel's* 2. bis 7. Stufe, 19 Entwicklungsstufen, also 13 mehr als *Mirbel's* Untersuchungen und meine Notizen füllen selbst noch die dazwischen fallenden Lücken aus; bei *Secale cereale* umfasst dieselbe Periode sogar 26 Entwicklungsstufen. — Zur Erläuterung meiner Arbeit wählte ich aus einigen 100 in der Entwicklung von mir verfolgten Pflanzen 43 aus und zwar so, wie ich glaubte, dass sie am besten dienen würden, theils meine Ansichten klar zu machen, theils aber auch durch Verschiedenheit der Entwicklungsformen für die Wissenschaft auch in anderer Hinsicht von Interesse zu seyn. Es giebt sich von selbst, dass, wenn ich diese alle in ihrer ganzen Vollständigkeit hätte mittheilen wollen, 80 Tafeln kaum gereicht hätten und der Aufsatz ein Werk von mehreren Bänden geworden wäre. — Ueberall in meinen kleinen Mittheilungen habe ich aber grade (und in dieser Entschiedenheit und Allgemeinheit vielleicht zuerst) die consequente Verfolgung der Entwicklungsgeschichte als die allein richtige Methode in jedem Zweige der Botanik dargestellt und man wird mir nicht

*) Und physiologisch.

Digitized by Google

vorwerfen wollen, dass ich bei so richtiger Kenntniss des allein zum Ziele führenden Weges ihn bei meinen eignen Untersuchungen nicht selbst sollte eingeschlagen haben. Ich muss aber den Vorwurf *Mirbel* geradezu zurückgeben. Die viel zu grossen Zwischenräume zwischen seinen Entwicklungsstufen haben ihn verhindert, die Entwicklung des Embryosacks zum *Albumen* zu erkennen und sein gänzliches Uebergehen des Pollenschlauchs und dessen Verlaufs im *Ovulum* haben es ihm unmöglich gemacht, dessen Eintritt in den Embryosack und seine Umgestaltung zum Embryo zu gewahren, —

Aber nach einer andern Seite hin muss ich noch einmal die Beobachtung selbst und ein consequentes Studium des Entwicklungsganges als alleiniges Mittel des Fortschritts in der Botanik vertheidigen und zwar gegen *Endlicher's* „Versuch einer neuen Theorie der Pflanzenerzeugung etc. Wien 1838." Obwohl *Endlicher* in der Hauptsache meiner Ansicht beitritt, so zwingt mich meine Offenheit doch eine Hülfe abzulehnen, die, so erwünscht sie mir wegen *Endlicher's* wohlverdienten Ruhm und Namen auch an sich wäre, doch auf Methoden beruht, die ich nun einmal für falsch und verderblich halte. Durch blosses Räsonnement kann in dieser Angelegenheit für's erste noch wenig, oder gar nichts ausgemacht werden, dafür ist jene kleine Schrift*) ein sprechender Beweis. *Endlicher* baut auf die Richtung des Würzelchens den Schluss, dass der Embryo von Aussen hineingekommen seyn müsse. Es folgt aber offenbar daraus gar noch nichts Positives für den Ursprung des Embryo, sondern nur die Negation, dass er nicht als Knospe der *Placenta* angesehen werden könne. — Er schliesst ferner: weil der Embryo von Aussen hereinkommt, so muss er aus dem Pollenschlauch entstehen, was abermal nicht concludent ist, denn nach *Meyen's* Ansicht kommt der Embryo auch von Aussen,

*) Ich weiss nicht warum *Endlicher* ganz consequent 4 Eihäute abbildet, da doch bis jetzt 2 die höchste bekannte Zahl ist. Wollte man auch die innerste für den *Nucleus* gelten lassen, der aber doch vor der Befruchtung an der Spitze nicht geöffnet ist, so bleibt doch immer noch eine überflüssig, die auch wieder nicht für den *Arillus* gelten kann, da *Endlicher* wohl kein Beispiel kennt, wo dieser vor der Befruchtung vorhanden wäre.

Digitized by Google

wenigstens in den Embryosack hinein und soll doch nicht (oder nicht allein) aus dem Pollenschlauch entstehen. — *Endlicher* schliesst endlich aus der Entwickelung der Pollenschläuche auf dem Stigma, dass das Stigma das männliche Organ sey; ein Schluss, den die Beobachtung mindestens als voreilig und unbegründet nachweist. Jede Absonderungsflüssigkeit der Blumen, besonders der Nektarsaft veranlasst das Pollenkorn die schönsten Schläuche zu treiben, z. B. der Saft im Spiegel der Fritillariaarten, der Honigsaft in der Blume von *Hoja carnosa* etc., ja bei manchen Pflanzen treiben die Pollenkörner ohne weiteres schon in den Antheren die vollkommensten Schläuche, z. B. bei *Aristolochia clematitis* (vielleicht bei allen Arten dieses *genus*). Auf der andern Seite dringen viele Schläuche durch den *Stylus* in's *Ovarium*, erreichen die *Placenta*, ja treten selbst in's *Ovulum* ein, von allen aber bildet sich keiner zum Embryo aus, der nicht mit dem Embryosack in unmittelbare Berührung tritt. — So liegt also bis jetzt offenbar gar kein Grund vor, das Stigma für das männliche Organ zu erklären. Es mag dies genügen um zu zeigen, dass auf diesem Wege kein Resultat gewonnen werden kann, das geeignet wäre, die Wissenschaft sicher und wesentlich zu fördern. —

### 2) Ueber Krystalle in Kryptogamen.

Die eigenthümlichen Krystalldrusen bei *Hydrurus crystallophorus* liegen nicht in Zellen eingeschlossen, sondern zerstreut in der, die mit Chlorophyll erfüllten Zellen umhüllenden Gallertmasse eingesenkt. Ganz auf dieselbe Weise schliessen *Chaetophora*-arten oft eine unendliche Menge sehr schöner Kalkspathkrystalle ein, meist in sehr vollkommnen Rhomboedern, zuweilen auch in grössern unkenntlichen Drusen. — Auch in *Spirogyra princeps* kommen nicht gar selten kleine, sternförmige Drusen von Kalksalzen vor. — *Conferva glomerata* enthält, besonders wenn sie in kalkhaltigem Wasser wächst, nicht selten Drusen und einzelne Krystalle. — Wenn *Treviranus* (Physiolog. Bd. 1. S. 48) das, wie eben gezeigt, keineswegs isolirt dastehende Vorkommen von Krystallen bei *Hydrurus* deshalb so merkwürdig findet, weil sonst bei kryptogamischen Gewächsen keine Spur von Säuren oder Salzen wahr-

Digitized by Google

zunehmen sey, so ist das wohl ein *lapsus calami* des allgemein so gut orientirten Gelehrten.

Den grössten Theil der Potasche und Soda verdanken wir Kryptogamen, den Farren und Fucoiden, die letztern liefern fast ganz allein die iod- und bromsauren Alkalien des Handels. Bekannt ist die auffallend grosse Menge freier Oxalsäure und oxalsauren Kalkes in den Flechten, besonders in den unvollkommenen Formen der *Variolaria*- und *Lepraria*-arten, ebenfalls auch ihr grosser Gehalt an anderen Salzen, z. B. Eisensalze bei *Parmelia parietina*, auf Eisen oder eisenschüssigem Boden gewachsen. In allen chemischen Handbüchern findet man Nachweisungen über den grossen Gehalt der Equisetaceen an Kieselsäure. Leicht zu beobachten ist die grosse Menge von kohlensauren Kalkkrystallen, die in dem Intercellularraume zwischen dem Centralschlauch und den Rindenzellen bei *Chara vulgaris*, *hispida etc.* liegen. Endlich enthalten viele Conferven, namentlich die Spirogyren in der Substanz ihrer Membran eine grosse Menge von Kalkerde (auch Kieselerde?), so dass z. B. bei *Spirogyra princeps* die Membran hörbar unter dem Messer knirscht, wenn sie durchschnitten wird. Auch stellt sich die Kalkerde, zum Theil deutlich die Form der Conferve beibehaltend, in der Asche derselben dar. Hierbei will ich noch ganz die Kieselerde der zweifelhaften *Diatomeen etc.* aus dem Spiele lassen, da hier schon Beispiele genug sind, um zu beweisen, dass die unorganischen Stoffe bei den Kryptogamen, vielleicht im Ganzen genommen, noch vorherrschender sind als bei den Phanerogamen.

### 3) Ueber das Verhältniss des Cytoblasten zum Lebensprocess der Pflanzenzelle.

Ich habe schon in meinen „Beiträgen zur Phytogenesis" (*Müller's* Archiv 1838) darauf aufmerksam gemacht, dass in den Zellen, wo Cytoblasten und Saftbewegung zugleich vorkommen, der Erstere niemals ausserhalb der Strömchen liege, sondern beständig umgeben von einem kleinen Hofe der schleimigen circulirenden Flüssigkeit, von dem aus die Strömchen strahlig nach allen Seiten ausgehen oder wohin sie zurückkehren. — In *Wiegmann's* Archiv Jahrg. V. Bd. 2. S. 15,

Digitized by Google

behauptet *Meyen*, er habe die Gründe für einen Gegenbeweis schon in seiner Pflanzenphysiologie ausgeführt. Was die Ansicht betrifft, die *Meyen* an einem andern Orte mittheilt, dass der Cytoblast zuweilen vom Strome mit fortgerissen werde, oder dass der Strom zwischen ihm und der Zellenwand (nämlich der, an welcher er befestigt ist) durchgehe, so beruht das auf einer Verwechselung eines beliebigen „Schleimballen" mit dem Cytoblasten, oder meiner festen Ueberzeugung nach auf mangelhafter Untersuchung. — Ich darf behaupten eine ziemlich genügende Menge von Fällen und zwar mit der erforderlichen Ausdauer und Genauigkeit beobachtet zu haben und habe von den eben erwähnten beiden Thatsachen auch nie eine Spur gesehen*). Alles übrige dagegen, was *Meyen* in der wirklich von ihm citirten Stelle anführt, sind so vage Vermuthungen, dass ich denselben gegen meine constanten Beobachtungen durchaus die Macht eines Gegenbeweises nicht zugestehen kann. — Ich glaube dagegen nicht unzweideutige Nachweisungen liefern zu können, dass *Meyen* diesen Gegenstand zu wenig genau beobachtet hat, um mit irgend einigem Rechte sich darin als entscheidende Autorität geltend zu machen. — Noch im letzten Bande seiner Physiologie spricht *Meyen* an mehreren Stellen von Schleimfäden, an denen der Cytoblast im Innern der Zelle aufgehängt seyn soll**). — Ich muss zuerst nochmals bemerken, dass ich bei der allerscrupulösesten Beobachtung nirgends (bei Phanerogamen) den Cytoblasten anders als an der Wand der Zellen befestigt gesehen habe. — Die angeblichen Schleimfäden aber, an denen derselbe aufgehängt seyn soll, sind nichts anderes als ganz zarte Saftströmchen, die vom Cytoblasten ausgehen und zurückkehren. Dass in diesen angeblichen Schleimfäden eine deutliche, strömende Bewegung zu beobachten ist, hat *Meyen* trotz seiner so hoch gepriesenen Mikroskope***) gänzlich über-

*) Nach späteren Untersuchungen muss ich für *Vallisneria* eine Ausnahme machen.

**) Hier wie an vielen andern Stellen hat *Meyen* die üble Gewohnheit, statt die Pflanzen, bei denen er solche Beobachtung gemacht, zu nennen, seine Leser mit der kahlen Notiz abzuspeisen: „Ich könnte Hunderte von Pflanzen nennen." —

***) Mit sehr tadelnswerther Geflissentlichkeit übergeht *Meyen* bei

Digitized by Google

sehen. — Aus einer Menge von Beispielen erwähne ich kürzlich folgende, weil sie noch durch die Natur des Zellgewebes, in dem sie vorkommen, interessant sind, und wo überall die Saftströmchen, wegen grosser Homogeneität der Flüssigkeit auf den ersten, flüchtigen Blick als blosse Schleimfäden erscheinen. — Am deutlichsten ist die Bewegung in den sich freiwillig isolirenden Zellen der *pulpa* in den Früchten der Mamillarien. Die circulirende Flüssigkeit ist hier, wie überall, eine blassgelbliche, schleimige Substanz mit eingemengten, ganz zarten, dunkeln Körnchen, während der übrige Zelleninhalt ein wässriger, säuerlicher, weinroth, blassrosenroth, oder auch blassgelblicher Saft ist. — Fast eben so deutlich ist die Bewegung in den buchtig keulenförmigen Haaren auf dem Rücken der Anthere von *Stylidium adnatum*. — In zwei andern Fällen ist die Bewegung schwerer zur Beobachtung zu bringen, besonders da das zum Blosslegen der Zellen erforderte Präpariren und wahrscheinlich auch das endosmotisch eindringende Wasser, zu schnell die Bewegung stören, doch ist es auch hier

---

jeder Gelegenheit, wo er die neuern Mikroskope rühmt, den Namen *Schiek*, einen Mann, gegen den nur ein Deutscher so undankbar seyn kann, seine Verdienste um die Verbesserung der Mikroskope zu ignoriren. *Schiek* war es, dessen zweckmässige Ajüstirung uns zuerst von *Frauenhofer's* messingnen Kanonen befreite, er war es, der zuerst in Deutschland die Selligue'schen Verbesserungen anwendete, er war es, dem das physikalische Institut von *Pistor*, mit dem er früher in Compagnie war, hinsichtlich der Mikroskopé allein seinen Ruf verdankt, und ich sollte denken, wenn wir die Resultate, die in den letzten zehn Jahren durch Anwendung des Mikroskops gewonnen sind, unter einander vergleichen, so wird das obige Beispiel nicht das einzige seyn, wo man mit einem Schiek'schen Instrument mehr und besser gesehen hat, als mit den so sehr von *Meyen* gepriesenen *Plössl's*, *Amici's* und *Pistor's*, und wenn *Meyen* dergleichen besässe, würde er nicht verfehlt haben, die jüngern *Chevalier's* und die neuern englischen auch mit anzuführen, die ebenfalls wohl verdienen mit den genannten in eine Reihe gestellt zu werden. — Uebrigens ist es nach meiner Ansicht thöricht zu behaupten, dass man mit einem der genannten Instrumente etwas gesehen habe, was mit den andern zu sehen unmöglich sey, denn der Unterschied unter ihnen ist, wenn er überall existirt, höchstens individuell, so wie auch vom selben Künstler ein Instrument etwas besser ist als das andre. — Das Meiste aber kommt auf den Beobachter an. —

Digitized by Google

mit Gewandtheit und Schnelligkeit im Präpariren und mit Ausdauer im Beobachten möglich, sich bald von der Bewegung völlig zu überzeugen. Es sind dies die Endospermzellen (Zellen im Embryosack) bei *Nuphar luteum* und bei *Pedicularis palustris*. —

Von der oben angegebnen Lage des Cytoblasten ist mir überall bis jetzt nur eine einzige Ausnahme bekannt geworden, nämlich bei den Spirogyren, wo derselbe wirklich im Innern der Zelle frei schwebt und hier vielleicht allerdings durch die ihn umgebende schleimige Flüssigkeit an seinem Ort festgehalten wird. — Von dieser Schleimmasse gehen aber ebenfalls nach allen Seiten Strömchen aus (*Meyen's* sogenannte Schleimfäden), und nicht allein in ihnen ist die Bewegung sehr deutlich zu beobachten, sondern bei kräftig vegetirenden Exemplaren auch auf der ganzen Wandung der Zelle, besonders aber an den freien Enden, wo die grünen Spiralbänder aufhören und dadurch die Zelle lichter und klarer wird. Die Bewegung hat indessen hier offenbar nicht die geringste Aehnlichkeit mit der Bewegung in den Charen etc., sondern ist ganz die bei den Phanerogamen vorkommende in netzförmig anastomosirenden Strömchen. Auch diese Zellensaftbewegung scheint sich durch *Meyen's* Instrumente nicht deutlich darzustellen. Schiek'sche Mikroskope zeigen sie sehr deutlich.

Aeusserst fatal ist aber diese Beobachtung für Herrn *C. H. Schultz* und würde abermals Gelegenheit geben, ihn von der gänzlichen Unhaltbarkeit seiner Ansichten über Saftbewegung zu überzeugen, wenn mit so vieler Selbstgefälligkeit gehegte und gepflegte Ideen überhaupt durch Widerlegung zu beseitigen wären. — *Meyen's* schöne Beobachtungen, dass die kleinen Strömchen oft ihren Lauf verändern, oft sich plötzlich gablig theilen, besonders aber auch, dass die Strömchen oft mitten durch das Lumen der Zelle laufen*), also gewiss nicht in Gefässen um die Zelle herum, hätten sonst Herrn *Schultz* längst überzeugen müssen, dass seine *vasa laticis contracta* blosse *phantasmata* sind. Aber so wie er jene Beobachtungen

*) Ausgezeichnet deutlich und leicht zu beobachten in den Haaren des Fornix bei *Anchusa italica*.

Digitized by Google

gänzlich ignorirt, so wird er auch nicht anstehen, sobald er sich von dem eben Mitgetheilten überzeugt hat, zu erklären, dass Spirogyra eine „heterorganische" Pflanze ist.

*Meyen* hat sich im 3. Bande seiner Physiologie S. 334 fg. gegen meine Ansicht von der Zellenbildung ausgesprochen. Wenn er meinen Aufsatz genauer durchgelesen hätte, so würde er eingesehen haben, dass hier wenigstens nicht von einer Täuschung durch einseitige Betrachtung des Eiweisskörpers die Rede seyn kann, sondern dass ich den Verlauf der Zellenbildung bei einer sehr grossen Zahl von Pflanzen in allen ihren Theilen und in allen Stadien der Entwicklung verfolgt habe und nachdem ich die Resultate einer mehrjährigen Erforschung der Sache beisammen hatte, nun erst aus der Zusammenstellung aller rein und vollständig beobachteten Fälle mir das Gesetz abstrahirte, aus welchem ich dann, wie mir scheint, mit gutem Rechte die unklaren Erscheinungen oder unvollständigen Beobachtungen erklärte oder ergänzte. Das ist überhaupt das, was ich unter Studium der Entwickelungsgeschichte verstehe, nicht aber, wenn man einzelne frühere Zustände, wie sie der Zufall an die Hand giebt, betrachtet und was sich wegen der lückenhaften Beobachtung nicht gleich zusammenreihen lässt, als verschiedene Entwickelungsarten hinstellt, ganz im Widerspruch mit dem höchsten Regulativ in naturwissenschaftlichen Erklärungen, dem Gesetz der Sparsamkeit, dem Gesetze, auf welchem allein die Berechtigung zum Schlusse nach Analogie beruht, der mit Verwerfung jenes Gesetzes auch den geringen, fast möchte ich sagen Scheinwerth, verliert, den er sich nach dem gröblichsten Missbrauch etwa noch erhalten.

Ich habe nun aber mein Gesetz der Zellenbildung grade daraus abgeleitet, dass die ersten Zellen des Embryos sich auf einem Cytoblasten bilden und obgleich *Meyen* diese Bildung zum Theil vor Augen gehabt und auch, wiewohl nicht eben sonderlich, abgebildet hat (Physiol. Bd. III. Taf. XIII. fig. 11, 14, 35, 42, 43.), so spricht er sich doch dagegen aus, weil ihm die Menge der Fälle, die richtige Folge und die Stetigkeit der Uebergangsstufen fehlten. Mein Schluss gestaltete sich im Wesentlichen folgendermassen: Das Gesetz,

Digitized by Google

was für die Entstehung und erste Bildung des Embryos (als Prototyps der ganzen Pflanze) gilt, wird wahrscheinlich auch für die ganze Pflanze gelten. Finden wir nun aber gar in allen Theilen der Pflanze (wie ich nachgewiesen) überall entweder den ganzen Verlauf desselben Processes, oder doch seine charakteristischsten Momente wieder, so dürfen wir mit Recht das Gesetz allgemein aussprechen. — Diese meine Ansicht habe ich aber ausdrücklich vorläufig auf die Phanerogamen beschränkt. — Sie würde sich aber (ohne der Mohl'schen Zellentheilung zu nahe treten zu wollen) auch wohl noch auf manche Vorgänge bei den Kryptogamen (z. B. die Sporenbildung*) ausdehnen lassen, wozu in meiner oben erwähnten Schrift schon einige Andeutungen gegeben sind.

Ich will hier nur noch eins erwähnen. Wahrscheinlich beruht nämlich die Bildung der Sporen bei den Spirogyren auf demselben Process. — Da der Cytoblast frei in der Zelle liegt, so kann er eben nicht derjenige seyn, dem die Zelle selbst ihren Ursprung verdankt, wohl aber kann er der Bildner der Sporenzelle seyn, von welcher dann der aufgelöste Inhalt der Mutterzelle nach und nach eingesogen und in *Amylum* und *Chlorophyll* u. s. w. verwandelt wird, bis sie zuletzt als erwachsene Spore frei daliegt. Ich kann keineswegs behaupten, dass ich diesen Process schon vollständig beobachtet hätte, ich habe aber mehrere Andeutungen der Art gefunden und bin so weit gekommen, einzusehen, dass die gewöhnliche Darstellung nichts ist. — *Meyen* beruft sich bei dieser Gelegenheit, wo er meine Untersuchungen über die Zellenbildung verdächtigt, darauf, dass er schon vor vielen Jahren eine ähnliche Entstehung der Confervensporen nachgewiesen, wo sich um einen condensirten Schleimballen eine Membran bilden soll, wie er sich ausdrückt. Ich glaube aber nach meinen Untersuchungen,

*) Was die Cytoblasten in den Sporen der Helvellaceen anbetrifft, so ist mir nirgends eingefallen zu behaupten, dass sie zur Bildung neuer Zellen beim Keimen thätig seyen; es sind im Gegentheil diejenigen, auf denen die Sporenzelle sich gebildet hat, was sich schon aus ihrer Lage ergiebt. Abermals eine Behauptung, die *Meyen* fingirt, mir unterschiebt und sie hinterher bekämpft. Ich wüsste überhaupt nicht, dass die Zellenbildung bei der Keimung der Helvellaceen schon genügend beobachtet ist, um irgend eine Meinung darüber zu haben.

Digitized by Google

obwohl sie noch lange nicht zum Resultate gediehen sind, behaupten zu können, dass durch diesen Ausdruck kaum obenhin die scheinbare Sporenbildung bei den Spirogyren angedeutet wird, während der eigentliche Vorgang viel tiefer liegt, und dass ohnehin die Mikroskope, mit denen *Meyen* damals arbeitete*) durchaus einer solchen Aufgabe nicht genügen konnten.

Gegen *Meyen* und für meine Theorie der Zellenbildung will ich nur noch ein Argument beibringen, welches ich freilich allemal von vorn herein zurückweisen würde, das *Meyen* aber gegen sich gelten lassen muss, weil er es beständig gebraucht und seine ganze Physiologie nicht eben zu ihrem Vortheil darauf gebaut hat, nämlich die Analogie mit den Thieren. Nach *Schwann's* ausgezeichneten Untersuchungen ist die Zellenbildung bei diesen im Wesentlichen ganz mit der von mir entwickelten übereinstimmend und ich habe etwa nur noch hinzuzufügen, dass die unmittelbare Entwicklung des Cytoblasten zur Zelle durch Hohlwerden und spätere Ausdehnung, also die Bildung sogenannter Zellen erster Ordnung nach *Schwann* ebenfalls in einigen Fällen von mir beobachtet ist, aber bis jetzt doch noch zu selten und vereinzelt, um irgend ein Verhältniss zwischen beiden Arten der Zellenbildung feststellen zu können.

*Meyen* hat indessen viel zu viel untersucht, um sich verhehlen zu können, dass man einen so ganz allgemein und scharf

*) Nach *Meyen's* eigner Angabe waren seine Mikroskope zu schlecht, um die Spiroiden der Lemnaceen damit zu erkennen, also noch viel schlechter als das Instrument von *Treviranus*, mit dem derselbe doch schon nach *Meyen's* Angabe vor 7 Jahren die Spirale bei *L. polyrhiza* entdeckt hatte. Nun habe ich zufällig Gelegenheit gehabt in der Schiek'schen Werkstatt in Berlin das Instrument, mit welchem *Treviranus* beständig gearbeitet, sehen und beurtheilen zu können und muss gestehen, dass meine Verehrung vor dem Manne den höchsten Grad erreicht hat, als ich bedachte, mit wie schlechten Werkzeugen er gearbeitet. Wahrlich im Verhältnisse zu seiner Zeit und zu dem ihm Ueberlieferten hat *Treviranus* mit den schlechtesten Instrumenten durch Talent und Ausdauer im Beobachten und durch Geist in der Bearbeitung unendlich viel mehr für die Wissenschaft geleistet, als wir Jüngere wahrscheinlich mit den ausgezeichnetsten Instrumenten und getragen von so grossen Vorgängern je leisten werden. —

Die vorstehende Angabe beruhte auf einem Irrthum. Das von *Tr.* gewöhnlich bis dahin gebrauchte Instrument war ein *Simplex*. *

Digitized by Google

charakterisirt auftretenden Körper doch nicht füglich mit dem Namen eines zufälligen Schleimballen abfertigen könne, sondern dass ihm eine wichtigere Function in der Pflanze zukommen müsse. — Deshalb lässt er aus ihm (aus seiner Auflösung und Umwandlung) Amylum, Gummi u. s. w., kurz die festen und flüssigen, assimilirten Stoffe der Pflanze entstehen. Es kommt hierbei besonders die Frage nach der chemischen Natur des Cytoblasten in Betracht. Es wird wohl noch für's Erste eine chemische Analyse dieses Körpers unmöglich bleiben, wir haben aber eine ziemlich charakteristische Reaction, die es wenigstens annehmlich erscheinen lässt, dass er aus einer stickstoffhaltigen Substanz bestehe. In jüngern lebenskräftigen Zuständen wird er nämlich durch concentrirte Salpetersäure citronengelb gefärbt, aber nicht aufgelöst. Stellen, an denen die Sache leicht zu beobachten, z. B. die Bildung neuer Würzelchen in fleischigen, nicht zu mehligen Rhizomen, wo auf einen kleinen Raum eine grosse Menge Cytoblasten zusammengedrängt sind, zeigen diese charakteristische Färbung schon dem blossen Auge. — Gehen wir nun von dieser Annahme aus, dass der Cytoblast aus einer stickstoffhaltigen Substanz bestehe, nehmen wir dazu die überwiegenden Gründe, mit denen die neuere Chemie als Grund der lebendigen, metamerischen Umwandlungen der verschiedenen Stoffe in der Pflanze einen stickstoffhaltigen Körper vertheidigt hat, so wird dadurch manches Verhältniss aus dem Lebensprocess der Zelle von ihrer ersten Entstehung an klarer und es zeigt sich, dass besonders die metabolischen Kräfte (*Schwann*) in ihm sich concentriren.

Sobald sich die stickstoffhaltigen Stoffe zu einem Cytoblasten vereinigt haben, wirken sie auf das Cytoblastem (die umgebende Flüssigkeit) und verwandeln diese im Bereiche ihrer Kraft in Gallerte und diese dann in Membranenstoff. Sobald diese Membran, die nun den Cytoblasten eng überzieht, gebildet ist, beginnt auch sogleich der Process der Endosmose, wodurch das umgebende Cytoblastem in's Innere der Zelle geführt, die Membran ausgedehnt und durch Aufnahme neuer schon assimilirter Molecule aus der umgebenden, durchströmenden, oder eingeschlossenen Flüssigkeit wächst. Sobald aber durch die Ausdehnung der Membran und die Endosmose, die eine oder

Digitized by Google

die andere Seite des Cytoblasten frei wird und auf's Neue mit dem Cytoblastem in Berührung kommt, muss er, wenn seine Kraft noch nicht erschöpft ist, seine metabolische Thätigkeit wieder beginnen. Entweder ist hier seine Kraft noch ganz dieselbe und die eingedrungene Flüssigkeit ebenfalls dieselbe, dann bildet er sogleich auf seiner freien Seite abermals Membranenstoff und schliesst so sich selbst in eine Duplicatur der Zellenwand ein, dann ist er aber auch meist dem ferneren Lebensprocess entzogen und ist persistent, ohne ferner bedeutend auf den Inhalt der Zelle zu wirken. Oder seine Kraft ist modificirt oder die Natur der eindringenden Flüssigkeit ist eine andere als früher, dann können neue chemische Kräfte seine Auflösung und Verwandlung bewirken, oder das Product seiner metabolischen Thätigkeit ist nicht mehr Membranenstoff, sondern Stärke, Gummi, Schleim u. s. w. woher denn sehr natürlich diese Stoffe auf ihm oder an seinem Rande zuerst erscheinen, welche unverstandne Erscheinung *Meyen* verführte eine Bildung der Stärke u. s. w. aus ihm anzunehmen. — Dabei kann es aber, was *Meyen's* Ansicht am Besten widerlegt, vorkommen, dass er selbst entweder durch neue wirkende Kräfte aufgelöst und resorbirt wird (z. B. in der Kartoffel?) oder dass er in der mit Stärke gefüllten Zelle persistent bleibt, wie z. B. bei den *Cacteen*, in der Zwiebel von *Amaryllis formosissima*, *Muscari racemosum*. — Dass der Cytoblast mit der Bildung des Stärkemehls u. s. w. in gar keiner directen, ursprünglichen und hauptsächlichen Verbindung steht, wie *Meyen* aus einigen vereinzelten Thatsachen geschlossen, geht schon aus seinem gesammten Vorkommen hervor, indem er bald persistent, bald verschwindend ist, in einer Menge Zellen, in denen keine Spur oder nur ein Minimum von Stärke vorkommt; indem er oft lange vor der Bildung der Stärke resorbirt wird, oft die Stärkebildung zwar hervorzurufen scheint, dabei aber auch zuweilen aufgelöst wird, zuweilen aber auch trotz der gebildeten Stärke unverändert in der Zelle verharrt.

Indem ich das Vorstehende niederschreibe, bin ich mir recht wohl bewusst, wie wenig wissenschaftlicher Werth einer so schwach begründeten Ansicht zukommt, aber sie giebt uns, wie mir scheint, Fingerzeige, auf welchem Wege der Wahrheit



Digitized by Google

nachzuforschen, und ich würde mich unendlich freuen, wenn es vielleicht einem glücklicheren Forscher gelänge, die chemische Natur des Cytoblasten auf irgend einem Wege ausser Zweifel zu setzen.

Auch werden vielleicht einmal darüber Versuche möglich werden, in wie weit die Bewegung des Zellensafts aus der chemischen Thätigkeit des Cytoblasten, der Adhäsion der von ihm beständig neu gebildeten Flüssigkeit an die Zellenwände und ihrer Cohäsion in sich und endlich aus der physikalischen Differenz der circulirenden Flüssigkeit von dem übrigen Zellensaft zu erklären, möglich sey.

### 4) Ueber die Ausdehnung der vegetabilischen Faser durch Feuchtigkeit.

Als Harun al Raschid eines Tages guter Laune war, legte er seinen Weisen und Hofastronomen die Frage vor, wie es doch zugehe, dass ein Gefäss mit Wasser, in das man einen zehnpfündigen Fisch gethan, nicht mehr wiege, als Gefäss und Wasser ohne den Fisch. Die Weisen eilten sogleich nach Hause, schlugen alte Palmrollen nach, befragten die Sterne, dachten scharf nach und rechneten und bei der nächsten Versammlung hatte jeder zur grossen Genugthuung des Khalifen eine vortreffliche Erklärung vorräthig und die tiefsinnigeren hatten sogar aus der Natur des Fisches sonnenklar bewiesen, dass sich die Sache gar nicht anders verhalten könne. Lächelnd liess der Khalif Wasser, Fisch und Wage bringen und zeigte ihnen, dass das so scharfsinnig erklärte Phänomen gar nicht existire. „*Quid rides, mutato nomine de te narratur fabula,*“ könnte man mit Horaz den Weisen unserer Tage zurufen. Beispiele sind zur Hand. —

*Link (Elem. phil. bot. pag.* 366.) giebt als Unterschied der vegetabilischen und thierischen Faser an, dass letztere sich in feuchtem Zustande ausdehne, im trocknen verkürze, was bei der vegetabilischen umgekehrt sey. Er macht bei der dafür gesuchten Erklärung nun freilich gleich einen Sprung, indem er statt von der Verkürzung der Membran selbst zu reden, von der Verringerung der Länge einer geschlossenen

Digitized by Google

Zelle redet, was offenbar himmelweit verschieden ist. Denn um die Sache gleich mathematisch zu fassen, so muss bei der Ausdehnung einer fadenförmigen Zelle zur Kugel, wenn die Länge der Fadenzelle weniger als 2½ Rad. der Kugel beträgt, nothwendig eine Ausdehnung der Membran in der Richtung der Meridiane stattfinden, in der Richtung der Parallele versteht sich die Ausdehnung ohnehin von selbst. — Oder umgekehrt, man sieht aus diesem Beispiele, dass selbst bei allseitiger Ausdehnung der Zellenmembran eine Verkürzung der Längsaxe der Zelle stattfinden kann und unter bestimmten Voraussetzungen nothwendig stattfinden muss. Doch es ist hier gar nicht der Ort, dies im Ganzen irrelevante Verhältniss weiter zu verfolgen. —

*Meyen* in seiner Physiol. Bd. I. S. 30., fand diese Erklärung, bei der *Link* offenbar nur das isolirte Factum des Straffwerdens eines angefeuchteten Seiles vor Augen hatte, lange nicht tiefsinnig genug und bewies aus seiner Theorie der spiraligen Zusammensetzung der Zellenmembran, dass sich die Sache nothwendig so verhalten müsse. — Abgesehen nun davon, dass auch aus *Meyen's* Theorie diese Folge gar nicht mit logischer Nothwendigkeit abgeleitet werden kann (wer Lust hat, mag sich die im Buche gegebene Darstellung selbst in vollständige Syllogismen auflösen), so bleibt es für die Erklärung auch ewig schade, dass das zu erklärende Factum hier eben so wenig existirt, als in dem Problem des Harun al Raschid. — Jeder Handwerker, der mit Holz zu thun hat, weiss seit Jahrhunderten, dass das Holz beim Austrocknen nach allen Dimensionen sich verkürzt und beim Feuchtwerden nach allen Dimensionen ausdehnt, was respective eine Verlängerung oder Verkürzung der Membran in irgend einer Art ganz unbedingt ausschliesst. — Im Kleinen kann man die Versuche ebenfalls sehr leicht anstellen, wenn man von einer trockenen Pflanzensubstanz, die aber nicht wie Holz so elastich seyn muss, dass sie sich schon in Folge des Schnittes krümmt, und doch so dickwandige Zellen haben, dass die Feuchtigkeit nicht so schnell die ganze Masse durchdringt, einen zarten Schnitt macht und diesen vorsichtig auf eine feuchte Glasplatte legt, wo sich dann augenblicklich das kleine Blättchen krümmt. —



Digitized by Google

Dabei ist stets die feuchte Seite in Folge ihrer Ausdehnung die convexe. Sobald man nun auch die concave Seite anfeuchtet, dehnt sich diese ebenfalls aus und der Schnitt wird wieder eben, die Krümmung wieder ausgeglichen. — Lässt man einen Tropfen Wasser auf Papier fallen, so bildet das Papier eine blasige Erhebung, offenbar wegen allseitiger Ausdehnung der Pflanzensubstanz durch Feuchtigkeit. Dieselbe Erscheinung zeigen sogenannte fournirte d. h. mit einer dünnen Holzplatte belegte Schreinerarbeiten. In beiden Fällen kann man durch ein heisses Bügeleisen die Erhebung wieder ausgleichen. „Im feuchten Zustande zeigt sich die zarte Membran der vollkommnen*) Pflanzen straff gespannt, doch ihrer Feuchtigkeit beraubt, dehnt sie sich aus und zeigt Runzeln, welche wieder verschwinden, wenn man sie abermals befeuchtet," so stellt *Meyen* das Factum dar, welches er nachher so scharfsinnig erklärt. Die Sache verhält sich aber in der Wirklichkeit ganz anders. Zarte Pflanzentheile verringern ihr ganzes Volumen (man beobachte jede welkende Pflanze) durch Austrocknen und ziehen sich auf einen bedeutend kleineren Raum zusammen, dabei dehnt sich aber die Membran nicht aus, sondern collabirt und bildet dadurch Falten, ebenso wie jede entleerte, thierische Blase auch, weil ihre Straffheit zum grössten Theil passiv und Folge der Ausspannung durch den flüssigen Inhalt ist. —

Befestigt man aber irgend einen dünnwandigen Streifen Zellgewebes mit Wachs auf einer Glasplatte und lässt ihn so austrocknen, so zeigt derselbe, in der Längsrichtung befestigt, keine Querfalten, in der queren Richtung befestigt, keine Längsfalten selbst im trockensten Zustande. Wenn man dann aber mit einem scharfen Rasirmesser den trocknen Streifen in der Mitte durchschneidet, so entfernen sich die Schnittflächen plötzlich um ein Bedeutendes von einander, ein Beweis, dass die Membran in einer ihr unnatürlichen Verlängerung erhalten war. —

Uebrigens sind die verschiedenen Pflanzengewebe hinsichtlich ihrer Ausdehnung im feuchten Zustande sehr verschieden. Am wenigsten scheint sich das Gewebe der Bastfasern auszu-

*) Etwa der unvollkommnen nicht?

Digitized by Google

dehnen und bei *Linum usitatissimum* schätze ich es nach einigen Versuchen auf 0,0005 bis 0,0006, wobei aber die Möglichkeit eines sehr bedeutenden Irrthums wegen der in den Umständen begründeten Mangelhaftigkeit der Versuche gar nicht ausgeschlossen ist. — Am stärksten und regelmässigsten ist die Ausdehnung wohl bei dem gelatinösen Zellgewebe z. B. der Fucoiden, weshalb man diese letzteren z. B. *Laminaria saccharina*, *Scytosiphon filum* selbst zu Hygrometern angewendet hat.

Wenn man die Ausdehnung im feuchten Zustande nicht mit der grösseren Dehnbarkeit verwechselt, so kann man sich dabei durchaus nichts anderes denken, als eine Entfernung der Molecule von einander durch Interposition der Molecule des Wassers. — Darin kann natürlich die Natur des angefeuchteten Stoffes, ob er organisch oder unorganisch, thierisch oder pflanzlich sey, auch nicht den mindesten Unterschied begründen, so weit nämlich das Wasser nur als eindringende Feuchtigkeit, nicht chemisch oder organisch (etwa als Reizmittel), wirkt. Daher war es auch schon abgesehen von aller Erfahrung *a priori* einzusehen, dass darin gar kein Unterschied bei Thieren und Pflanzen stattfinden könne. —

## 5) Ueber den Bau der Zellenmembran bei Moosen und Lebermoosen.

Es ist ohne Zweifel interessant zu wissen, in wie fern die Pflanzenzelle in ihren Lebenserscheinungen in allen Pflanzen übereinstimmt und man daher zu dem Schlusse berechtigt ist, die Pflanzenzelle überall als ein und dasselbe physiologische Element anzusprechen. — In dieser Beziehung sind auch vereinzelte Bemerkungen nicht ohne Werth und man wird den folgenden Angaben ihren Platz gönnen. — Ist schon Bekanntes darunter, so überschlage man das. — Bei der Sündfluth der botanischen Literatur kann man selbst bei den besten Hülfsmitteln nicht mehr alles Neue im Einzelnen sogleich genau kennen; als ich diese Bemerkung niederschrieb, stand mir aber ohnehin keine Bibliothek zu Gebote. —

Einer der wichtigsten und charakteristischsten Momente im Lebensprocess der Pflanzenzelle ist die Verdickung der

Digitized by Google

Membran durch schichtenweise Auflagerung, deren ursprüngliche spiralige Anordnung hoffentlich bald allgemein ausser Zweifel gesetzt seyn wird. — Schon früh hat man den spiraligen Bildungen eine grosse Wichtigkeit beigelegt, fasste ihre Bedeutung aber zu einseitig, indem man namentlich die porösen Gebilde davon ausschloss, die im Wesentlichen doch nach demselben Gesetz gebildet sind. — Wenn man nun nach so vielen neuern Untersuchungen die Idee, dass wir an der Spiralbildung ein absonderliches dem Zellensystem entgegengesetztes Elementarorgan besitzen, aufgeben und vielmehr annehmen muss, dass die spiralige Bildung einschliesslich der porösen, nur ein charakteristischer Zug im Lebensprocess der Pflanzenzelle überhaupt ist, so wird uns dieselbe doch ein Mittel seyn, um zu erkennen, ob wir unter dem Begriff Zellen nicht Elemente von verschiedener Bedeutung zusammenfassen, und wir werden immer, wo wir gleiche Entwicklungsstufen finden, einen wichtigen Anhaltspunkt gewinnen, um die Identität der Elemente anzunehmen und dadurch uns für berechtigt halten dürfen, auch andere Vorgänge im Leben der Pflanzenzelle *ad analogiam* auf die Zellen zu übertragen, bei denen sie noch nicht direct beobachtet sind. —

So viel ich weiss, kennt man das Vorkommen spiraliger Bildungen bis jetzt nur bei den Reproductionsorganen der Lebermoose in den Elateren und Fruchtklappen*). Dieselben sind aber bei den *Marchantiaceen* nicht weniger auffallend in den vegetativen Organen entwickelt. Das Laubparenchyma bei *Marchantia polymorpha* und *Fegatella conica* besteht fast ganz aus Zellen, deren Wandungen auf das deutlichste porös, oder (besonders bei *M. polym.*) sehr zierlich netzförmig verdickt erscheinen. Diese Verdickung der Zellenwandung geht in älteren Theilen und in der Nähe der Mittelnerven so weit, dass man auf Querschnitten deutlich die Porencanäle erkennen kann. —

Unter den Laubmoosen zeichnen sich die ächten *Dicrana*, z. B. *D. Schraderi*, *spurium etc.* durch Blattzellen aus, die sehr dickwandig sind und deren aneinanderstossende Seiten-

*) Besonders schöne und interessante Formen finden sich hier bei *Pellia epiphylla.*

Digitized by Google

wände ebenfalls deutlich von oft sehr weiten, oft trichterförmigen Porencanälen durchbohrt sind, ähnlich wie es die Oberhaut so vieler Phanerogamen zeigt. Noch ausgezeichneter treten aber diese spiraligen und porösen Gebilde bei den *Sphagneae* und der verwandten von *Hampe* aufgestellten sehr natürlichen Familie der *Leucophaneae* auf. — Die Structur der Zellen von *Sphagnum*, *Leucobryum vulgare Hampe* (*Dicranum glaucum*) und *Octoblepharum albidum* ist durch *Mohl*, wie mir scheint, zur Genüge erörtert: ich kann hier also nur noch einige quantitative Beiträge liefern. — Die eigenthümlichen grossen Poren, die in älteren Zuständen des Blattes wirkliche Löcher werden (ähnlich wie bei den Scheidewänden der Gefässe der Phanerogamen) finden sich ausser bei den genannten noch bei *Octoblepharum cylindricum Schimp.*, *Didymodon sphagnoides Hook* und bei *Leucobryum minus*, *albidum*, und *longifolium Hampe**). Alle von *Hampe* zu den *Leucophaneae* gezählten Moose charakterisren sich, eben so wie die *Sphagneae*, sogleich durch die Eigenthümlichkeiten des Blattbaues, indem ihre Blätter aus zwei verschiedenen Arten von Zellen bestehen, aus schmalen mit Chlorophyll angefüllten und aus weiteren, wasserhellen, von Poren, die später in Löcher übergehen, durchbohrten Zellen. — Die Verschiedenheiten beruhen mit Ausnahme des Baues der Zellenwände besonders in der Anordnung dieser beiden Zellenarten. Bei den *Sphagneae* liegen beide mehr oder weniger in einer Ebene und bilden so nur eine Schicht, aus der das ganze Blatt besteht, bei den *Leucophaneae* sind die grünen Zellen jedesmal auf beiden Seiten mit 1, 2 oder 3 Lagen der grössern wasserhellen, durchlöcherten Zellen bedeckt. — Durch diese Anordnung, wobei die grünen Zellen sehr zurücktreten, ist eben der die ganze Familie auf den ersten Blick charakterisirende *color glaucus* und der eigenthümliche eben so schnell trocken und zerbrechlich, als feucht und biegsam werdende *Habitus* bedingt. —

---

*) Die Bestimmung dieser Moose ist zuverlässig, da sie mir alle mit bekannter Liebenswürdigkeit von *Hampe* selbst mitgetheilt wurden. —

Digitized by Google

### 6) Zur Kenntniss von *Pellia epiphylla*.

In vielfacher Beziehung ist diese kleine Pflanze eine der interessantesten unter den Lebermoosen und da sie wie mir scheint, hauptsächlich den Uebergang von den Jungermannien zu den Marchantien vermittelt, letztere aber sich am nächsten den Rhizocarpeen anzuschliessen, und somit die Lebermoose überhaupt über die Laubmoose zu erheben scheinen, so verdient sie alle Beachtung. —

*Nees* spricht in seiner vortrefflichen Arbeit über die europäischen Lebermoose noch sehr zweifelnd über die sogenannten Antheren dieser Pflanze, ohne dass ich den Grund davon einsehe. Die Antheren genannten Gebilde, die auch ich bei der *var. aeruginosa* am häufigsten fand, unterscheiden sich von den gleichen Organen bei *Fegatella conica* allein dadurch, dass sie noch vereinzelt und in unregelmässigen Gruppen stehen, während sie bei der letzteren Pflanze schon in ein bestimmt gestaltetes Stück des Laubes vereinigt sind, jedoch noch ohne sich wie bei *Marchantia polymorpha* auf einer aufrechten Verlängerung der Mittelrippe, als ein gesondertes Stück des Laubes, über dasselbe zu erheben. — In Hinsicht des sonstigen Baues sind die Unterschiede völlig unwesentlich, indem sie bei *Fegatella c.* etwas länglich, bei *P. epiph.* rund sind, und bei der ersten Pflanze der die Blattsubstanz durchbohrende Ausführungsgang (richtiger die obere Oeffnung der Einsenkung) wegen der grössern Masse des Zellgewebes bei *Fegat.* natürlich länger erscheint. Bei beiden besteht die Anthere aus einem kurz gestielten Körper, dessen äussere Schicht (oder Haut) aus einer einfachen Lage grösserer, mit einzelnen Chlorophyllkörnern erfüllter Zellen gebildet wird, während die innere Masse, wahrscheinlich noch durch eine eigene grosse, zartwandige Zelle umschlossen, anfänglich aus einer schleimigen mit kleinen, zarten Cytoblasten gemischten Flüssigkeit, dann aus ganz lockeren, rundlichen, äusserst zartwandigen und endlich aus etwas grössern, polyedrischen Zellen ebenfalls aber noch mit zarten, fast gallertartigen Wänden besteht, in denen sich die so berühmt gewordenen Spermatozoen (einzelne Spiralfibern?) bilden. Diese letztern habe ich zwar bei *Pellia* noch nicht beobachtet,

Digitized by Google

desto ausgezeichneter und deutlicher aber bei *Fegatella*. Morphologisch dürften diese sogenannten Antheren den Eichen der Phanerogamen entsprechen. —

*Pellia epiphylla* zeigt aber noch eine anatomische Merkwürdigkeit, die ich bei *Nees* nicht angemerkt finde, die mir gleichwohl bei einer so einfachen Pflanze von höchster Bedeutsamkeit erscheint und sie doppelt interessant macht. Das ganze Laubparenchym wird nämlich von einem ganz eigenthümlichen Gefässsystem durchzogen. Soviel mir bis jetzt zu erkennen möglich war, besitzen diese Gefässe keine eignen Wände und sind daher auch nur als eine höchst seltsame Form der Intercellulargänge anzusehen. Sie entstehen nämlich nicht allein da, wo drei oder mehrere Zellen zusammenstossen, wie bei gewöhnlichen Intercellulargängen, sondern ähnlich, wie bei einigen Arten des kurzstrahligen, sternförmigen Zellgewebes (z. B. *Meyen* Phys. Bd. 1. Taf. II. Fig. 2, links, Fig. 4) auch an der längern Seite zwischen je zwei aneinanderliegenden Zellen durch Auseinanderweichen der Wände. Da die Zellen hier aber nicht flächenförmig, sondern parenchymatös an einander liegen, so laufen diese Intercellulargänge wie Bänder um die fast tonnenförmigen Zellen herum. Es ist schwer, diese Bildung durch Worte deutlich zu machen, und ich verweise daher lieber auf die treu nach der Natur gemachte Abbildung Taf. VIII. Fig. 28. Bei alle dem würde diese Structur eben nichts so sehr Auffallendes haben, wenn die so entstandenen Gefässe nicht einen eigenthümlichen Saft führten, der bei den grünen Varietäten blassgelb, bei den dunklern z. B. bei *aeruginosa* tief purpurroth ist und eben die eigenthümliche Färbung der Pflanze bedingt. Ueber die physiologische Bedeutung dieser Organe kann ich zur Zeit noch durchaus keine Ansicht äussern, da es mir noch an allen Analogien selbst in den nächst verwandten Pflanzen fehlt, denn schon *Aneura pinguis* zeigt keine Spur davon, —

**2) Ueber den Bau des Eichens bei den *Ericeen*, *Scleranthaceen*, *Ranunculaceen* und *Typhaceen*.**

*a*. In vielen Handbüchern, z. B. bei *Lindley nat. hist. of bot.* findet man bei Beschreibung der Ericeenformen, die

Digitized by Google

Worte *radicula hilo opposita.* Offenbar ist das aus einer Verwechselung von *hilum* und *chalaza* bei einseitiger Betrachtung des reifen Saamens hervorgegangen, denn alle Ericeen, die ich bis jetzt untersucht habe, zeigen ein anatropes Eichen mit einfachem (?) Integument, woraus von selbst folgt, dass beim reifen Saamen eine *radicula hilo proxima* vorhanden seyn muss, wie das auch von *Kunth*, *Flor. berol.* 1838 ganz richtig angegeben wird. —

*b.* In *Koch's Synopsis flor. germ. etc.* heisst es bei *Scleranthus* „*ovarium uniloculare*, *biovulatum*, *ovulis in apice funiculi e basi ovarii ortis*, *altero abortiente.*" In *Nees v. Esenbeck Genera pl. fl. germ. etc.* lautet die Beschreibung derselben Pflanze *germen biloculare*, *loculis uniovulatis*, *ovulis pendulis* und dies *biloculare ovarium* mit zwei *ovulis* ist abgebildet. Leider muss ich hier abermals bemerken, dass die angebliche Analyse aus dem Kopf nach einer falschen Beschreibung gezeichnet ist. Denn nicht einmal die Koch'sche, noch weniger die letzte Beschreibung stimmen im geringsten mit der Natur überein. — Bei *Scleranthus* ist nur ein einziges *ovulum* vorhanden, für welches man den von *Meyen* vorgeschlagenen, äusserst zweckmässigen Ausdruck *ovulum ditropum* gebrauchen kann, äusserst zweckmässig deshalb, um diese *ovula* von einer andern von *Meyen* damit zusammengeworfenen Form zu unterscheiden. — Es ist nämlich ein an sich gekrümmtes (bei *Scleranthus* freilich campylotropes) Eichen, welches an einem langen *funiculus* (nicht *placenta filiformis*) hängt. Das *ovulum* entsteht bei dieser Pflanze als *ovulum atropum erectum*, *sessile* in der Basis des Ovarium und erst nachher bei weiterer Entwicklung krümmt es sich, indem sich zugleich der *funiculus* so ausnehmend verlängert. Sehr von dieser Form (zu der unter andern auch die Eichen der Chenopodeen gehören) verschieden ist die ächte *placenta centralis libera filiformis* bei den Plumbagineen. Hier bildet sich nämlich zuerst die freie *placenta* und erst später an der Spitze derselben das hängende anatrope Eichen (cf. *Wiegmann's* Archiv Jahrgang 3. 1837. Taf. VII. Fig. 19 — 23). Der Unterschied ergiebt sich bei diesem *ovario uniovulato* nur aus der Entwickelungsgeschichte, während es bei den mehreiigen Santalaceen von selbst klar ist,

Digitized by Google

dass der fadenförmige Träger eine *placenta* und kein *funiculus* ist. Die richtige Angabe über den Eibau bei *Scleranthus* findet man übrigens ebenfalls in *Kunth's* vortrefflicher *Flora berolinensis*. —

c. *Linné* setzte für die Beschreibung der Reproductionsorgane einen bestimmten Zeitpunkt fest, nämlich für die Blüthentheile den der völlig entwickelten Blume im Moment der Ausstreuung des Pollen, für die Frucht dagegen den Moment der Reife, d. h. meist der natürlichen Trennung der Frucht von der Mutterpflanze, und daran that er sehr recht. Freilich hatte *Linné* gut beschreiben, denn was er nicht mit blossen Augen oder höchstens mit einem mässigen Suchglase sah, das überging er mit Stillschweigen. Es zeigte sich aber bald das Bedürfniss, auf Theile Rücksicht zu nehmen, die dem blossen Auge nicht erkennbar sind, und besonders, seit man der natürlichen Anordnung der Pflanzen den Vorzug gab, musste man nothwendig auch den Bau des *ovulum* in Betracht ziehen. Bis jetzt steht nun freilich ziemlich allgemein die Sache noch so, dass nur wenige mehr physiologische Botaniker sich mit der Untersuchung des Eibaues und der Entwicklung des Saamens abgegeben haben, woher denn die mehr systematischen Botaniker ihre Angaben auf Treu und Glauben entlehnen, oder ohne solche Vorgänger den Bau des reifen Saamens *mutato nomine* auf das *Ovulum* übertragen*). Wer indessen nicht ganz unwissend in der Entwicklungsgeschichte der Pflanzen ist, weiss recht wohl, dass die allmäligen Veränderungen in Folge der Ausbildung oft so bedeutend sind, dass selbst die Zurückführung späterer Zustände auf die wirklich beobachteten früheren, ohne stetige Verfolgung des Entwicklungsganges ganz unmöglich wird. So nimmt es sich denn wunderlich genug aus, wenn

*) Dass aber auch dabei oft Zufall und Laune das Meiste thun, beweist unter andern die Stellung der *Nymphaceen* in *Kunth's* ausgezeichneter, sonst so durchweg nach eignen, neuen Untersuchungen bearbeiteter *Flora berolinensis*, Berlin 1838. Dass daselbst die *Nymphaeaceae* noch unter den Monokotyledonen stehen und zwar als *Butomeis proxime affines*, dass dabei die Untersuchungen von *Brongniart*, *Mirbel*, *Brown* und *Lindley* gänzlich ignorirt werden, ist nicht wohl zu begreifen. —

Digitized by Google

die Beschreiber mit ganz ernsthafter Miene, als hätten sie's wirklich mit eignen Augen gesehen, z. B. bei *Viscum* von einem *ovario uniloculari*, *ovulo pendulo* oder bei *Corylus* von einem *ovario biloculari*, *ovulis initio erectis mox pendulis* reden*); zum Glück sind die Schüler gutmüthig genug, es dem Lehrer auf's Wort zu glauben, denn sonst würde einer leicht sein Leben vergebens daran setzen, um die schöne Beschreibung in der Natur bestätigt zu finden. —

Hat man aber einmal und zwar sehr mit Recht auf die Beschreibung der Eibildung einen wesentlichen Werth gelegt, und sieht man auf der andern Seite täglich mehr ein, dass die Pflanze kein Krystall ist, den man heute liegen lassen und in 10 Jahren noch in derselben Gestalt wiederfinden kann, sondern dass sie in ewig reger, lebendiger Entwicklung der Formen bald diese bald jene Seite ihres Lebens manifestirt, und so dem Beobachter in jedem einzelnen Momente entschlüpfend, überall nicht als ein im gegebnen Augenblick Fertiges, sondern nur als der Inbegriff vieler Entwicklungsstufen und als der Gesammtausdruck eines ewig fortlaufenden Processes gefasst werden kann, so ist auch klar, dass mit der bisherigen Behandlungsweise nicht viel Wissenschaftliches geschafft wird, und dass im concreten Falle einestheils für die Beschreibung des Eibaus nach Linné'schem Princip bestimmte Momente festgesetzt werden müssen, anderntheils aber auch der Gang der Entwicklung bezeichnet werden muss, durch welchen etwa scheinbare Verschiedenheiten in gegebenen Momenten zu einer höhern Einheit ausgeglichen, oder scheinbare Gleichheiten wegen der Verschiedenheit des Entwicklungsprincips in ihre gehörigen Glieder aufgelöst werden. *Rob. Brown* ist auch hier der Mann, der den rechten Weg zuerst betreten und die nöthigen Fingerzeige gegeben hat, freilich hier wie in so vielen Fällen, ohne dass Einer die geistreichen Andeutungen benutzt und verfolgt hätte. *Rob. Brown*, getroffen von dem scheinbaren Widerspruch, in einem *genus* (*Evonymus*) zugleich hängende und aufrechte Eichen zu finden, forschte weiter, fand das Gesetz, dass die

*) Versteht sich *ovarium* in dem Zustande zur Zeit der Blüthe verstanden. —

Digitized by Google

*rhaphe* beim Ei stets an der der *placenta* zugekehrten Seite verläuft, dass bei den *ovulis pendulis Evonymi* dies nicht der Fall ist, dass sie aber *ovula erecta* werden, wenn man in Gedanken die *rhaphe* wieder in die rechte Lage bringt, dass also die *ovula* nur scheinbar hängend, eigentlich nur niedergebogene, aufrechte Eichen seyen. Die Richtigkeit dieser Erklärung wird durch die Entwickelungsgeschichte bestätigt. Soviel ich weiss, hat Niemand diese Untersuchungen *Brown's* benutzt, um in würdiger Nacheiferung ähnliche die klare Durchschauung der Verwandtschaft trübende Anomalien aufzulösen, wozu die Ranunculaceen eine herrliche Gelegenheit bieten. Man hat die einsaamigen Pflanzen dieser Familie nach dem Unterschied der hängenden und aufrechten Eichen (?) in *Ranunculeae* und *Anemoneae* eingetheilt und sich übrigens bei der so wichtigen Verschiedenheit in so nahe verwandten Pflanzen beruhigt. Bei beiden Abtheilungen ist aber das *Ovulum* in einem nicht gar zu frühen Zustande völlig gleich gebaut, *ovulum adscendens anatropum* Taf. VIII. Fig. 29 — 30, später entwickelt es sich, bedingt durch die Entwicklung der Eihöhle, entweder allein nach oben und wird dann ein *ovulum erectum anatropum* Taf. VIII. Fig. 31, oder es wird gezwungen, den Raum unter sich zur Entwicklung zu benutzen, es biegt sich von der *placenta* ab nach unten und wird dann ein *ovulum spurie pendulum*, *anatropum rhaphe aversa* Taf. VIII. Fig. 32. Bei vielen Arten ist zur Zeit der Blüthe im unbefruchteten Zustande noch gar keine Differenz wahrzunehmen (z. B. zwischen *Ranunculus* und *Myosurus*) und bei allen übrigen gehen die Mittelformen so allmälig in einander über, dass dies Moment zur Zeit der Blüthe als Eintheilungsgrund absolut unbrauchbar wird. Zur Zeit der Saamenreife liefert er allerdings einen scharfen Unterschied. Da wir aber untrennbare *genera* (*Evonymus*) haben, in welchen diese doppelte Form vorkommt, so darf dies Merkmal auf keinen Fall benutzt werden, um eine Trennung zu begründen und zu rechtfertigen, wo dieselbe nicht schon anderweit evident von der Natur ausgesprochen ist, und zwar um so weniger, da die Natur überhaupt auf den Eibau bei den Ranunculaceen gar keinen Werth gelegt hat und Verhältnisse, die sonst innerhalb der Grenzen einer Familie die constantesten

Digitized by Google

sind, hier zu den allervariabelsten gehören. Hieher gehört namentlich auch die Zahl der Eihäute, die sogar in demselben *Genus* variirt.

*Integumentum simplex* haben:

*Thalictrum*, *Anemone*, *Hepatica*, *Ranunculus*, *Ficaria*, *Caltha*, *Helleborus*, *Delphinium tricorne et chilense* und die *Podophylleae*.

*Integumentum duplex* haben:

*Clematis*, *Adonis*, *Trollius*, *Isopyrum*, *Aquilegia*, *Aconitum*, *Paeonia*, *Delphinium fissum*, *elatum*, *bicolor*, *consolida*, *Ajacis* und die *Magnoliaceae*. Ich will gar nicht in Abrede stellen, dass bei der grossen Schwierigkeit, die meisten Pflanzen dieser Familie rücksichtlich ihres ursprünglichen Eibaues, der meist schon in der entwickelten Knospe nicht mehr zu erkennen ist, zu untersuchen, sich in das vorstehende Verzeichniss (namentlich vielleicht bei *Delphinium*) nicht Fehler sollten eingeschlichen haben. Wenn aber, wie ich hoffe, nur der grössere Theil richtig ist, so bleibt das Resultat gerechtfertigt, dass die Zahl der Eihäute, die in den meisten andern Familien von starrer Constanz ist, hier durchaus als veränderliches und somit untergeordnetes Merkmal erscheint, nach welchem allein die Familie weder beschränkt noch ausgedehnt werden dürfte. —

*d.* Ein Beispiel ähnlicher Anomalien findet man in der Familie der Aroideen. Hier ist nichts constant bei der Eibildung als das allen Monokotyledonen zukommende *Integumentum duplex*. Uebrigens findet man in dieser Familie *ovula erecta* (*Arum*), *pendula* (*Pothos*), *atropa* (*Sauromatum*), *hemianatropa* (*Meconostigma*), *anatropa* (*Calla*), und selbst wenn man will *hypertropa* (*Orontium aquaticum*). Die *Typhaceae* hatte *Rob. Brown* mit den Aroideen vereinigt, *Lindley* hat sie wieder davon getrennt und wie es scheint hauptsächlich auch wegen des hängenden Eichens. Abgesehen davon, dass bei den Aroideen hängende Eichen nicht selten sind, was *Lindley* vergessen, so sind auch die *ovula* bei den *Typhaceae* ebenfalls nur *spurie pendula*, denn auch bei ihnen findet man die *rhaphe aversa*. —

Digitized by Google

### 8) Ueber das Zerfallen der Conferven in ihre einzelnen Glieder.

*Meyen* sagt in seiner Physiologie (Bd. III. S. 417) von den *Spirogyren*, dass die Glieder derselben so fest mit einander verwachsen seyen, dass sie sich niemals in ihren Verwachsungsflächen lösen. Freilich spricht er schon auf derselben Seite etwa zehn Zeilen weiter von einem Zerfallen derselben in ihre einzelnen Glieder, es muss also mit dem niemals wohl nicht so ernst gemeint seyn. Es ist in der That auch nicht möglich, dass Jemandem, der nur irgend genau Conferven beobachtet, diese so ganz alltägliche Thatsache entgangen seyn sollte. Den eigentlichen Vorgang der Trennung finde ich aber nirgends vollständig beschrieben und nur eine einzelne Stufe derselben ist zwar richtig aber nicht im vollständigen Zusammenhange aufgefasst bei *Mohl* (Vermehrung der Pflanzenzelle durch Theilung 1835 S. 19) dargestellt. —

Ich will mich hier vorläufig auf *Spirogyra quinina* beschränken, an welcher man drei verschiedene Arten der Theilung des Fadens zu beobachten Gelegenheit hat. —

Die erste Art kommt vielleicht allen zelligen Conferven zu, wenigstens den frei schwimmenden, bei denen kein Wurzelende zu unterscheiden ist. Eigentlich gehört sie nicht hierher, da sie eine pathologische Erscheinung ist. Wenn nämlich irgend ein einzelnes Glied durch einen Zufall eingeknickt oder sonst verletzt wird, so stirbt es ab. Schon wenige Minuten nach dem Eingriff zeigen sich die beiden Enden der angrenzenden Glieder, die vorher grade und eben waren, nach dem zerstörten Gliede zu gewölbt und nehmen bald vollständig die abgerundeten Formen an, die man gewöhnlich an den freien Enden der Confervenfäden sieht (Taf. VIII. Fig. 33). —

Die zweite und dritte Art der Trennung der Glieder gehören aber zum gesunden Lebensprocess der Pflanze und besonders ist die zweite ein höchst complicirtes Wachsthumsphänomen. Es entsteht hier nämlich in dem flachen, kreisförmigen Theile der Zellenmembran, welche mit dem gleichen Stück der anliegenden Zelle die Scheidewand zwischen je zwei Gliedern bildet, eine kreisförmige Falte etwas vom Rande der Scheide-

Digitized by Google

wand entfernt (Fig. 35, *a.*). Diese Falte erhebt sich allmälig in das Innere der Zelle zu der bedeutenden Höhe ihres Durchmessers (Fig. 35, *b.*). Durch diese Falte ist nun eine Verlängerung der einzelnen Zelle bedingt, die aber noch nicht in die Erscheinung tritt, weil sie noch in den Schlauch eingestülpt ist. Bald aber fängt sie an sich auszustülpen und dadurch die bis dahin sich noch berührenden Theile der Zellenwände von einander zu entfernen. Gewöhnlich zeigt sich dabei eine Zelle als die stärkere und schiebt sich zuerst hervor, so dass die andere so lange warten muss, bis die erste fertig ist (Fig. 35, *c.*); ja sie treibt selbst die andere Falte wohl noch tiefer in den Schlauch hinein, soweit ihre Länge es erlaubt (Fig. 36, *a.*). Anfänglich dehnt sich dabei die gallertartige, äussere Membran, die gleichförmig alle Glieder überzieht, aus (Fig. 35, *c.* Fig. 36, *a.*), nach und nach aber reisst sie ein und die freien Lappen werden aufgelöst (Fig. 36, *b.* Fig. 37.). Dicht innerhalb der kreisförmigen Falte hängen die beiden Glieder am längsten in einer kreisförmigen Linie zusammen (Fig. 37), indem sie sich in der Mitte des Kreises schon sehr früh getrennt haben. Endlich löst sich auch diese Verbindung und die nun freien Enden erscheinen wie Fig. 36, *b.*, so wie sie auch schon von *Mohl* a. a. O. sehr treu abgebildet sind.

Die dritte Art der Trennung ist viel einfacher. Sie beginnt auch mit einer kreisförmigen Erhebung der Membran (Fig. 34, *a.*). Aber ehe diese Erhebung noch weit fortgeschritten ist, entfernen sich die Wände in der Mitte des Kreises vollständig von einander (Fig. 34, *b.*), die Scheidewände bilden eine Wölbung nach dem Innern jeder Zelle und werden allmälig, wie es scheint, durch Ausdehnung des äussern Gallertschlauches von einander entfernt (Fig. 34, *c.*). Endlich zerreisst letztere und die Glieder sind isolirt. —

Die letzte Form kommt am häufigsten bei den Gliedern vor, die bereits eine Spore enthalten, doch fand ich sie auch an unbefruchteten Gliedern, so wie die erstern obwohl sehr selten auch bei sporentragenden Gliedern vorkommt. Da ich zuweilen beide Arten der Trennung an einem und demselben Faden gefunden habe, so widerlegt sich mir dadurch eine früher gehegte Meinung, dass man die Art der Trennung zur specifischen

Digitized by Google

Diagnose benutzen könne. Ueberhaupt bin ich nach jahrelangen genauen Beobachtungen ebenfalls zu der Ansicht gekommen, dass alle Conferven mit einem einfachen Spiralbande nur einer Species angehören, die nach Alter, Standort u. s. w. mannigfach abändert. —

Durch diese eben beschriebenen Arten der Trennung wird nun aber der Faden keineswegs immer in alle seine Glieder aufgelöst, sondern meist nur in mehrere kürzere Fäden. Es werden nämlich, ohne dass ich bis jetzt den Grund davon auffinden konnte, häufig ein oder mehrere Glieder übersprungen, ja es findet zuweilen in der ganzen Länge eines Fadens nur eine einzige solche Trennung in der Mitte statt und ich kann in diesem speciellen Falle *Mohl's* Ansicht von der Vermehrung der Zellen durch Bildung von Scheidewänden nicht beistimmen, da mir kein eigentlicher Grund dazu vorzuliegen scheint. —

### 9) Ueber die Spiralzellenschicht in der Frucht der Laurineen.

Man hat wohl die eigenthümliche Schicht von Spiralzellen in der Frucht der *Cassytha* als einen Hülfsgrund angeführt, um die *Cassythaceae* als eigne Abtheilung von den *Laurineae* zu trennen. So wenig nun ein anderer Grund meiner Ansicht nach eine solche Trennung rechtfertigt, so wenig ist dieser im Stande eine solche Spaltung zu begünstigen. Dass man jene Zellenschicht bisher nur bei *Cassytha* gefunden, beruht allein auf mangelhafter Untersuchung der Laurineenfrucht*). Da mir von *Laurus nobilis* nur ganz alte Officinexemplare zu Gebote standen, habe ich bei dieser Art freilich nicht klar darüber werden können, ob die Spiralzellen vorhanden sind oder nicht. Ich vermuthe aber, dass sie auch hier vorhanden sind, was an frischen Exemplaren leicht auszumachen wäre. Sehr schön entwickelt ist diese Zellenschicht dagegen bei *Sassafras*, *Ben-*

*) Ich bemerke ausdrücklich, dass ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit und Zeit hatte, *Esenbeck's* Monographie der Laurineen durchzuarbeiten. —



Digitized by Google

*soin* und *Laurus* (?) *geniculata Wall.* Es ist noch nicht eigentlich ausgemacht, welchem Theile der Frucht diese Spiralzellen bei *Cassytha* sowohl als bei den Laurineen angehören. Leider stand mir keine vollständige Entwicklungsgeschichte, ja nicht einmal ein einzelner Mittelzustand frisch zu Gebote. Ich muss mich daher begnügen, mitzutheilen, was sich aus den von mir trocken untersuchten Früchten ergiebt. Bei *Sassafras* (womit die beiden andern Laurineen übereinstimmen) zeigt die Lage der *placenta*, dass die auf die lederartige, äussere Hülle folgende, dünne Haut, die aus gelbbraunen etwas flachen, nach Aussen und Innen stark verdickten Zellen besteht (1), die äusserste den Saamenintegumenten angehörige Membran ist. Auf dieselbe nach Innen folgt eine Lage in die Länge gestreckter, dickwandiger, aufrechtstehender Zellen (2), dann mehrere Schichten braungelber, sehr flacher, ebenfalls dickwandiger Zellen (3) und nun die Spiralzellenschicht (4), zwischen welcher und dem Embryosack noch eine Lage flacher, grosser Parenchymzellen (5) liegt. Wendet man auf diese Verhältnisse die Analogie der Thymeleen an, so ist die erste Lage (1) das ganze *integumentum externum* in zusammengedrängtem Zustande, (2) die *epidermis externa integumenti interni*, (3) das *Parenchyma* derselben, (4) die *epidermis interna integ. int.* und (5) die *membrana nuclei.* —

Die vielen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Thymeleen und Laurineen, so wie diese Gleichheit in der Ausbildung der Saamenintegumente scheinen sich recht gut gegenseitig zu unterstützen. —

Eine sehr schöne Spiralzellenschicht in der *epidermis* der *membrana interna*, besonders merkwürdig wegen ihrer Entwicklungsgeschichte findet sich auch noch bei *Sparrmannia africana. Meyen* wird sie wahrscheinlich (nach seiner Aeusserung *Wiegmann's* Archiv Jahrg. 5. Bd. 2. S. 17 — 18) nicht für Spiralfibern gelten lassen, indess muss ich bei der Unbestimmtheit seiner Worte vorläufig warten, bis es ihm gefällt, ein Gesetz über die erforderliche Dicke der legitimen Spiralfaser zu erlassen. Besser hätte er freilich gethan und der Wissenschaft mehr genützt, wenn er statt dieses unerfreulichen Zanks über die Dicke der Fiber lieber genau bestimmt hätte,

Digitized by Google

welchem Theil des Saamens die Spiralfibern bei *Punica* angehören, was er ja wissen muss, da er sie untersucht hat; ich selbst hatte hierzu noch keine Gelegenheit.

### 10) Spaltöffnungen auf Saamenintegumenten.

Bei genauer Untersuchung einer reifen Frucht von *Nelumbium speciosum* fand ich an einer dünnen Membran, die ohne Zweifel eine der Eihäute war, eine zahllose Menge Spaltöffnungen, deren Bau auch nicht im geringsten von dem an den Blättern abwich. Auch konnte ich deutlich wahrnehmen, dass das Zellgewebe unter diesen Spaltöffnungen den gewöhnlichen Bau, nämlich grosse Intercellularräume, zeigte, in welche die Spaltöffnungen einmündeten. Wer Gelegenheit hat einen etwas früheren Zustand des Saamens frisch zu untersuchen, würde leicht entscheiden können, welcher Eihaut jene Spaltöffnungen angehören. —

Um absichtlichen Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich noch, dass ich recht gut weiss, dass die Nuss von *Nelumbium* aussen noch mit dem Pericarp bekleidet ist. Dieses hat eine sehr dicke, harte Oberhaut aus engen, langgestreckten, stehenden Zellen gebildet. Auch diese Haut hat Spaltöffnungen, die ganz auffallende Aehnlichkeit mit den an der *Membrana externa* der *Canna*-saamen von mir beschriebenen haben. —

### 11) Ueber den Familiencharakter der *Elaeagneae*.

Die Darstellung des Familiencharakters dieser Gruppe bei *Endlicher gener. plant.*, womit die meisten andern übereinstimmen, oder doch nur durch ihre Dürftigkeit abweichen, scheint mir einige Ungenauigkeiten zu enthalten. Zuerst ist es auffallend, dass hier wie in allen übrigen (auch generischen) Beschreibungen der *Hippophaë* der *torus* abgesprochen wird. Ich finde denselben relativ eben so stark entwickelt wie bei *Elaeagnus* und noch dazu durch zwei von ihm entspringende dicke Haarbüschel ausgezeichnet, welche die *faux tubi* eben so verschliessen, wie der kegelförmige Fortsatz bei *Elaeagnus*.



Digitized by Google

Es scheint mir auch die Anwesenheit des *torus* ganz nothwendig mit zur Charakteristik der Familie zu gehören. Dagegen ist die Schilderung des Frucht - und Saamenbaues einseitig von *Elaeagnus* entlehnt, und passt durchaus nicht auf *Hippophaë*, muss also, um in den Familiencharakter aufgenommen werden zu können, bedeutend modificirt werden. Zuerst passt der dicke *funiculus*, von dem *Endlicher* spricht, wohl auf *Elaeagnus*, aber nicht auf *Hippophaë*, wo das *ovulum* so eigentlich *sessile* ist wie irgend wo. Bei der Beschreibung der Frucht endlich passt das *epicarpium longitudinaliter costatum* einestheils ebenfalls nicht auf *Hippophaë*, anderntheils involvirt es selbst einen Irrthum, der aus einseitiger Untersuchung der reifen Frucht ohne Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte hervorgegangen ist. Das *Pericarpium* ist nämlich zur Zeit der Reife bei *Elaeagnus tenuissime membranaceum semini arctissime adhaerens*. Der *tubus perigonii* aber trennt sich bei seiner Entwicklung in zwei *strata*, wovon das äussere durch Trennung der einzelnen rundlichen Zellen von einander eine mehlige Beschaffenheit annimmt, während das innere mehr verholzt und zusammenhängend die Frucht umschliesst; die Trennung beider Schichten geschieht grade in der Richtung der acht den *tubus perigonii* durchziehenden Gefässbündel, und zwar so, dass von diesen nur je ein dickes nach innen liegendes Bastbündel dem innern *stratum* verbunden bleibt, und dadurch eben die Rippen darstellt. Da übrigens auch die innere Fläche des *tubus* mit den eigenthümlichen Schülfern bedeckt ist, die auch noch in der reifen Frucht die Grenze desselben gegen das Pericarpium hin bezeichnen, so ist bei recht genauer Untersuchung selbst der reifen Frucht der Irrthum doch zu vermeiden. —

Juli 1839.

---

## Erklärung der Abbildungen, Taf. VIII.

Fig. 28. *Pellia epiphylla.* Längsschnitt aus dem *frons* parallel der Fläche.

Digitized by Google

*a*. Querdurchschnittene Intercellulargefässe.

*b*. Durchscheinende Gefässe.

Fig. 29. *Adonis vernalis*. Unterer Theil des *Ovarii* im Längsschnitt kurz vor dem Aufbrechen der Blumen.

*a*. *placenta*. (Bei der völlig entwickelten Blume hat sich die Form des Eichens noch fast gar nicht geändert.

Fig. 30. *Ranunculus repens*. Ebenso.

Fig. 31. — — Kurz nach Oeffnung der Blume.

*a*. *placenta*,

*b*. *raphe*.

Fig. 32. *Anemone nemorosa* kurz nach Oeffnung der Blume *a*. und *b*. w. i. d. v. F.

Fig. 33 — 37. *Spirogyra quinina*. Vergl. hierzu den Text S. 79 — 81.

Fig. 38. *Hippophaë rhamnoides* Längsschnitt der weiblichen Blüthe.

*a*. Freier Rand des *torus*.

Digitized by Google

# V.

# Einige Blicke auf die Entwicklungsgeschichte des vegetabilischen Organismus bei den Phanerogamen.

*Nullo modo generationem explicasse, judicare possum, eos, qui ne ullam quidem partem, ne ullum attributum quidem corporis ex traditis suis principiis explicuerunt, sed sermones saltem de ea re fecisse, utrunque doctos, veros et elegantes.*
*C. Fr. Wolff Theoria generationis.*

Wenn es sich auch nicht in Abrede stellen lässt, dass schon *Linné* die Metamorphose der Pflanzen ziemlich klar aufgefasst hatte, so ist es doch eigentlich *Goethe*, von dem an die höhere Botanik die Einführung dieser Lehre in die Wissenschaft datirt.

Aber schon lange vor *Goethe* hatte der geniale *C. Fr. Wolff* gezeigt, was sich mit dieser Idee anfangen lasse; er wurde aber leider von Botanikern kaum gelesen, gar nicht verstanden und bald vergessen. So überkam die Wissenschaft zu ihrem grossen Nachtheil nicht von ihm, sondern von *Goethe* diesen Gedanken, der so fruchtbar für sie hätte werden können, und doch in Folge der Art, wie *Goethe* ihn einführte, verhältnissmässig so wenig genutzt hat.

Verstehen wir nämlich unter Metamorphose die Thatsache, dass die Pflanze nur eine gewisse geringe Anzahl differenter Organe habe, und dass sich alle übrigen von diesen Grundorganen nur dynamisch so unterscheiden, dass in ihnen die Tendenz

Digitized by Google

liegt, eine bestimmte eigenthümliche Aus- und Umbildung zu erleiden, welche Tendenz aber nicht so absolut ist, dass sie nicht unter Umständen unterdrückt werden und die gewöhnliche Erscheinungsform des Organs wieder eintreten könne; — legen wir, sage ich, diesen Begriff zum Grunde, so ist für sich klar, dass eine solche Lehre die wichtigsten Resultate für die ganze Wissenschaft haben müsse, und ihr eine innere Einheit geben könne, deren sich noch keine empirische Naturkunde erfreut, — wenn nämlich dieser Gedanke sich auch als in der Wirklichkeit begründet nachweisen lässt und dann auch nur so weit, als dieses möglich ist; denn was von der Sache nicht in der Natur selbst vorhanden und sinnlich anschaulich verfolgt werden kann, ist auch kein Gegenstand der wahren Naturwissenschaft, und kann nie dazu dienen, unsere Erkenntniss der Erfahrungswelt in ihrem Wesen zu fördern.

Den einzig richtigen Weg, die Beobachtung der Entwickelungsgeschichte, hatte nun *C. F. Wolff* eingeschlagen und für den grössten Theil der Foliartheile ihre Identität recht gut nachgewiesen. Er wurde aber ignorirt, und erst *Goethe* führte die Lehre von der Metamorphose in die Wissenschaft ein, aber nicht als eine Abstraction aus erfahrungsmässiger Anschauung des Entwicklungsganges, sondern als speculatives Resultat der Vergleichung der verschiedenen Formen des Entwickelten. Nun kann allerdings eine solche Vergleichung wohl dazu führen, uns ein Gesetz ahnen zu lassen, aber nie dahin, es vollständig zu begründen. *Goethe* selbst sagt anderswo:

„Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleichet der andern;
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz."

Auf diese Weise empfingen die Botaniker ihre wichtigste und folgenreichste Lehre mit einem falschen Empfehlungsbrief nur als eine philosophische*) Idee, und ziemlich allgemein scheint sich damit auch der Glaube eingenistet zu haben, dass ein Nachweisen des Wahren in dieser Lehre gar nicht thunlich sey. — Zwar machte später ein Mann, der ebenfalls, wie *Wolff*, kein Botaniker war, ich meine *Francis Bauer*, wieder Gebrauch

*) Aesthetische.

Digitized by Google

von der allein richtigen Methode, indem er einzelne Organe bis auf ihren ersten Anfang verfolgte, um so ihre eigentliche Natur aufzuklären, aber leider sind seine Untersuchungen zu wenig bekannt geworden, und kaum von Jemand anders als von *Rob. Brown* mit Glück benutzt.

So bildete sich denn in der wissenschaftlichen Botanik allmälig eine eigene Abtheilung aus, nämlich die Lehre von der Metamorphose, oder über die morphologische Bedeutung der Pflanzenorgane, und diese wurde nächst dem Felde, auf dem sich die ausgezeichnetsten Männer mit Ruhm bedeckten, zugleich auch recht eigentlich der Spielplatz für alle Freunde von Räthselrathen, für Träumer und Paradoxenkrämer, auf dem oft die allerwunderlichsten Sachen ausgeheckt wurden, die man wohl gar mit dem stolzen Namen Philosophie, oder Speculation belegte. — Speculation aber, die ächte nämlich, hat nur da ihr Gebiet, wo die Erfahrung nicht hinreicht, macht sie sich aber unnütz breit und will an die Stelle der Anschauung treten, so thut man am besten, ihr, als einem überlästigen Gaste, die Thüre zu weisen. Um wie vieles könnten wir weiter seyn in Allem, und selbst in den speculativen Wissenschaften, wenn die Speculation nicht so oft ihre beste Zeit und besten Kräfte an Plätzen verschwendete, wo man ihrer gar nicht bedarf, ja ohne sie viel besser fertig wird. Gerade bei der Lehre von der Entwickelungsgeschichte liegen die Beispiele dafür nur allzu nahe.

Soll die Bearbeitung dieser Lehre aber Erfolg haben und soll sie in allen Theilen fest begründet seyn, so darf man sich freilich nicht damit begnügen, etwa mit einer Bohne anzufangen, die sich bequem im Vetturino auf einem *iter italicum* mit dem Taschenmesser analysiren lässt, sondern man muss viel weiter zurückgehen auf den ersten Ursprung des Embryo. — Am reifen Saamen zeigt die junge Pflanze schon so mannigfache Organe, dass hier der blossen Träumerei ein Feld geöffnet wird, weit genug, um alle folgenden Betrachtungen vage und unsicher zu machen.

Beim ersten Auftreten erscheint nun der Embryo als ein membranöser Cylinder (Fig. 47 u. 51.), nach oben abgerundet

Digitized by Google

und geschlossen, nach unten offen, indem die Haut, die ihn bildet, stetig in die des Embryosackes übergeht (von dem er nur eine Einstülpung zu seyn scheint) und erfüllt mit organisirbarer, meist wasserheller flüssiger Masse, die sich allmälig von oben nach unten in Zellen verwandelt (Fig. 44 u. 48.), wobei sich die bei der Zellenbildung überall eine höchst wichtige Rolle spielenden Zellenkerne zeigen (Fig. 50 u. 62.). Hier findet nun gleich eine wesentliche Erscheinung im Pflanzenleben ihre Deutung. Der Embryo tritt nämlich auf als ein Axengebilde, welches nach oben geschlossen nur eine fernere Entwickelung von innen heraus gestattet, nach unten aber nicht begrenzt ist und durch Ausscheiden organisirbaren Stoffes und dessen allmäliges Uebergehen in Zellen eine blosse Verlängerung in's Unendliche zulässt, woraus sich einfach der so verschiedene Wachsthum des Stengels und der Wurzel der Richtung sowohl, wie der Art nach zu erklären scheint. — Auf der zweiten Stufe der Fortbildung schwillt nun das obere Ende des Keimes kugelförmig an (Fig. 44, 45, 49, 50 u. 53.) und aus den Seiten der Kugel entwickeln sich mit mehr oder weniger deutlichem Freibleiben der Spitze*) (Fig. 54 u. 55.) bei den Dikotyledonen die beiden Herzblätter, als zwei zellige Auswüchse, in denen, wie im Stengel selbst, immer erst sehr spät die länger gestreckten Zellen und Spiralgefässe sich bilden und zwar auf eine Weise, die schon von *C. Fr. Wolff* im Wesentlichen**) ganz richtig geschildert worden. Bei den Monokotyledonen dagegen bildet sich um die Spitze des cylindrischen Embryos eine ungleichseitige Erhebung (Fig. 46.), die zum stengelumfassenden Kotyledonarblatt auswächst, welches späterhin die Terminalknospe (*plumula*) mehr oder weniger einschliesst***). Mit diesem Vorgang ist

*) *Punctum vegetationis* nach *C. Fr. Wolff.*

**) Obschon er keine Spiralgefässe kannte.

***) Aus diesem Entwicklungsgange ergiebt sich, dass ursprünglich jeder monokotyledone Embryo eine *plumula exserta* hat und dass, wo dieselbe eingeschlossen wird, überall eine Spalte, wenn auch noch so klein vorhanden seyn muss. Zu den Familien mit einer *plumula exserta* zählt man gewöhnlich auch die Gräser, welche aber durchaus nicht

Digitized by Google

nun die zweite und höchste Differenz gegeben, zu der sich die Pflanze überhaupt erhebt, nämlich der Gegensatz zwischen verticaler Längsbildung und horizontaler Flächenausbreitung*). Alle folgenden Entwickelungen der Pflanze, alle ferneren Organe sind nun nur Modification dieser beiden Theile der Axe, des Stengels, und der seitlichen Organe, der Blätter. Dieser Gegensatz erscheint also als etwas Ursprüngliches, ja die Axe ist sogar früher vorhanden als die Kotyledonen, und damit ergiebt sich sogleich die Verkehrtheit der Ansicht, den Stengel als verwachsene Blattstiele und die Terminalknospe als eine axillare anzusehen, wie es z. B. *Agardh* thut. Die wichtigsten Verschiedenheiten der Kotyledonen wiederholen sich nun auch bei Blättern, die nur Nachbildungen jener sind, so findet man z. B. bei Stapelien, wo die Blätter verkümmert sind, auch die Kotyledonen nur sehr klein, und bei *Cuscuta* deutet schon der kotyledonlose Embryo den spätern Habitus der Pflanze an. Der grossen Uebereinstimmung des Kotyledons und der Blätter bei den Gräsern wurde schon in der Note erwähnt.

Einen eigenen interessanten Abschnitt dieser Untersuchungen bildet nun die Verfolgung der Gesetze der Blattstellung, wie sich aus den ursprünglich opponirten und durchaus gleich-

---

hierher gehören. Die *Plumula* bei dieser Familie wird nämlich vollständig durch eine Erhebung des Kotyledons bis auf eine schmale Spalte eingeschlossen (das äussere geschlossene Blatt der Auctoren), und dieser Theil des Kotyledons wiederholt sich, wie jede Eigenthümlichkeit desselben, an den spätern Blättern durch ein analoges Gebilde, die *ligula*, während das sogen. *scutellum*, die eigentliche Hauptmasse des Kotyledons, dem Blatte selbst entspricht. Zuweilen faltet sich nun der Kotyledon noch einmal zusammen wie bei *Zea Mays*, was man ganz falsch der Spalte des Kotyledons bei den Aroideen verglichen hat, oder er bildet nach vorn kleine Auswüchse, die aber schon deshalb nicht als zweite Kotyledonen betrachtet werden können, weil sie tiefer mit der Axe zusammenhängen, als der Kotyledon selbst. Ein zweites Blatt kann sich aber unmöglich unterhalb des frühern bilden.

*) Besser an der Spitze, also unbegrenzt, entwicklungsfähigen und von der Basis aus vorgeschobenen, also ihrem Bildunggesetz nach begrenzten, Formen. Vergl. spätere Arbeiten z. B. meine Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik über Axe und Blatt.

Digitized by Google

zeitig erscheinenden Kotyledonen die mannigfachen Verhältnisse der Laubblätter entwickeln, bis sich die Natur endlich am Ende der Pflanze häufig wieder zu ihrem ursprünglichen Typus zweier opponirter Blätter zurückzufinden scheint. Doch dieses würde mich zu weit über die Grenzen dieser kurzen Bemerkungen hinausführen.

Ueber die Bedeutung von Kelch und Blumenkrone, als Blattorganen, brauche ich hier nichts zu sagen, da sie allgemein anerkannt ist. Nur bemerke ich, dass bei allen sogenannten einblätterigen Kelchen und Corollen die später verwachsenen einzelnen Theile bei ihrer Entstehung überall ohne Ausnahme gesondert sind, und ihre freie selbstständige Existenz lange genug fortsetzen, um jedes Räsonnement über die Zahl der einzelnen Stücke völlig überflüssig zu machen, da es Sache der Untersuchung ist, dieses mit Evidenz nachzuweisen. Auch erscheint jede Blume in ihrer ersten Anlage ebenfalls durchaus, ohne Ausnahme, als regelmässig und der Abort, mit dem so entsetzlicher Missbrauch getrieben ist, besonders ehe man anfing, besser auf die Mannigfaltigkeit der Zahlengesetze zu achten, die bei den Blattstellungen stattfinden, ist daher überall unbegründet, wo er sich nicht in der Wirklichkeit nachweisen lässt.

Die Euphorbien hat man, weil man die Entwickelung nicht verfolgte, ganz ungerechter Weise auf ein Pflichttheil gesetzt, statt ihnen ihr Intestaterbe ungeschmälert zu lassen. Das *Involucrum* derselben bildet sich nämlich nicht aus 5 Blattstükken, sondern aus 2 fünftheiligen Wirteln, von denen der äussere die sogenannten Drüsen entwickelt; dieze zeigen auch sogar früher, als die fünf innern Blätter, einen Mittelnerven mit deutlichen Spiralgefässen, die aber nicht von jenen, als *vasa recurrentia*, abgeleitet werden können*). Für die ursprüngliche Re-

*) Diese Stelle hat *Röper* (Zur Flora Mecklenburgs 1843 S. 120) ohne meine Schuld auf sich bezogen und meint sich dagegen vertheidigen zu müssen. Er sagt: „ich habe recht gut gesehen, dass die fünf sogenannten *Petala* ausserhalb der fünf häutigen Zipfel zu entspringen scheinen" u. s. w. — Wenn ich nicht mehr gesehen hätte, würde ich

Digitized by Google

gelmässigkeit der Blüthe giebt es kein besseres Beispiel, als die Gräser, deren Blüthe nachher durch ungleichseitige Entwickelung, Verwachsung und Unterdrückung einzelner Theile so sehr verdreht wird, dass man an ihr alle möglichen Erklärungen, aber wohl kaum die in der Natur begründete versucht hat. Bei *Secale cereale* z. B. besteht die *Spicula* aus einer seitlichen *rachis*, an der sich ungefähr fünf alternirende Blüthen bilden. An diesen bleiben die obern drei mit dem ihnen angehörigen Stücke der Axe gänzlich rudimentär, die beiden untern dagegen werden anfänglich vollständig regelmässig entwickelt. In der Achsel einer jeden Bractee nämlich (*gluma Auct.*) findet sich eine Blume, bestehend aus drei ganz getrennten, gleich grossen und auf gleicher Höhe stehenden Kelchtheilen, wovon die zwei innern allmälich verwachsen und mit der äussern, übermässig vegetirenden die spätern *paleas Auct.* bilden. — Natürlich zeigt die innere dann die beiden Mittelnerven der anfangs getrennten Blätter. Mit diesen Kelchtheilen alterniren drei Corollenblätter (*squamulae Auct.*), einem innern Kreise angehörig und ebenfalls auf gleicher Höhe stehend, von denen erst später das der Axe zugewendete wegen des Druckes abortirt. Ferner mit diesen Blumenblättern ganz regelmässig abwechselnd findet man drei Staubfäden, von denen aber die beiden innern, jedoch erst später, gleichfalls durch den seitlichen Druck mehr zur Seite des Fruchtknotens geschoben wer-

---

obige Stelle nicht geschrieben haben. Ich sah aber bei der sich bildenden Inflorescenz fünf Blattorgane auftreten und später fünf andere mit diesen alternirende, also 10 im Ganzen und sah wie diese 10 sich allmälig zum Involucrum umbildeten. Speculation über Fertiges ist nicht Studium der Entwicklungsgeschichte. Wenn *Röper* noch hinzufügt: „ich nahm keinen doppelten Hüllblätterkreis an, weil ich schon damals wusste, dass Nebenblätter und nebenblattartige Gefilde sich früher entwickeln als die Blätter" u. s. w., so kann ich dem nur einfachen Widerspruch entgegensetzen und *Röper* auf genauere Beobachtung verweisen. Jede Entwicklungsgeschichte ohne Ausnahme widerlegt ihn. Vom ganzen Blatt entsteht die Spitze zuerst und dann successive die unteren Theile, die Nebenblätter immer zu allerletzt, wenn diese aber einmal entstanden sind, geht ihre Entfaltung, ihre Ausbildung anfänglich noch rascher vor sich, als die des übrigen Blattes, bis sie endlich vom Blatte wieder eingeholt und überholt werden.*

Digitized by Google

den. Endlich kann sich die Basis der ganzen Blume, der sehr kurze *pedunculus*, wegen des Andrängens an die secundäre Rachis nicht horizontal ausdehnen und muss daher an der innern Seite in die Höhe steigen, wodurch die der *rachis spiculae* zugewendeten Theile der Blume eine obwohl nur scheinbar höhere Stellung, als die äussern annehmen. Auf diesem Wege werden sich die anscheinend so sehr verwickelten Gräser vielleicht höchst einfach erklären lassen.

Gehen wir nun zu den Staubfäden über. Diese sind einiger Worte mehr werth, weil Einige (unter andern *Agardh*, jedoch nach *C. Fr. Wolff*, den er aber nicht anführt, obwohl er ihn doch sonst recht gut kennt) ihnen die Bedeutung von Knospen haben beilegen wollen, und man auch über die Antherenbildung noch nicht allgemein ganz einig ist.

Dass die *Stamina* modificirte Blätter sind, ist nun ebenfalls aus ihrer Entwicklungsgeschichte deutlich, denn sie erscheinen stets später, als die *petala* (obwohl sie sich nachher rascher entwickeln), stehen im Anfang, wo sich wegen Kleinheit der einzelnen Theile die relativen Verhältnisse deutlicher beobachten lassen, höher an der Axe, als der vorhergehende Kreis der Blumenblätter und mit diesen durchaus immer alternirend*), und können deshalb nicht Axillarknospen der Kelchtheile seyn.

Die Falschheit der Agardh'schen Ansicht geht auch schon einfach aus einer Betrachtung der Blumen hervor, wo das Internodium zwischen *petala* und *stamina* vollständig entwickelt ist, wie bei einigen Capparideen.

Es besteht nun das regelmässig entwickelte Blatt aus einer Mittelrippe und an beiden Seiten aus einem doppelten Zellgewebe, zwischen dem die Nerven verlaufen. Daraus bildet sich

*) Bei einigen Familien bestehen (wie es bei den Staubfäden so häufig ist) auch die *petala* und *sepala*, oder sonstigen Perigonialtheile aus mehr als einem Blattkreis z. B. bei den Berberideen aus je 2 dreiblättrigen, bei den Thymeleen aus zweiblättrigen Kreisen, und man kann daher hier eben so wenig von Opposition sprechen, als bei den Liliaceen etc.; wo wahre Opposition des äussern Staubfadenkreises gegen den innern Kreis der *petala* stattfindet, wird sich immer ein dazwischenliegender Staubfadenkreis als abortirt ergeben.

Digitized by Google

natürlich eine Anthere, deren oberes und unteres Zellgewebe*) zu beiden Seiten des Hauptnerven sich in Pollen verwandelt, also eine vierzellige Anthere, die wir auch als allgemeines Gesetz antreffen. Bei mehr als 100 Familien fand ich die Anthere vor dem Aufspringen vierzellig und darunter sind die Gräser, Cyperaceen, Liliaceen, Labiaten, Borragineen, Scrophularinen, Synanthereen, Umbelliferen, Ranunculaceen mit den Verwandten, Rosaceen (Juss.) und Leguminosen, welche allein schon fast die Hälfte der ganzen irdischen Vegetation ausmachen. Man führt häufig an, die Anthere könne nicht ursprünglich vierzellig seyn, weil sie nur mit zwei Spalten aufspringt; das hiesse zwei Zimmer für eins erklären, weil sie nicht Flügelthüren, sondern nebeneinanderliegende einfache Thüren haben. Eigentlich springt jede Anthere wirklich mit vier Spalten auf, die aber, weil sie je zwei an der Seite der gemeinschaftlichen Scheidewand liegen, nur wie zwei erscheinen. Der Unterschied zwischen vierfächrigen und zweifächrigen Antheren der beschreibenden Botanik besteht (die *Antherae dimidiatae* und wenige andere ausgenommen) einzig darin, ob sich die Klappen etwas früher oder später von der Scheidewand losreissen, wo man denn hinsichtlich des Zeitpunkts alle möglichen Uebergänge beobachten kann.

Nur selten scheint die ursprüngliche mittlere Schicht nicht entwickelt und dann auch die Trennung in je zwei seitlichen Zellen nicht vorhanden. Noch seltener entwickelt sich nur die eine seitliche Hälfte des Blattes zur Anthere und die andere bleibt blattartig, wie es bei den Marantaceen Typus ist und sehr häufig, als Monstrosität, bei Umwandelung der Blumenblätter in Staubfäden, oder dieser in *petala* beobachtet wird. In

*) Das normale Blatt zeigt bekanntlich auf der obern und untern Blattfläche verschieden gebautes Zellgewebe und diesem entspricht der Pollen der vordern und hintern Zelle jedes Loculaments. Es wäre möglich und gewiss nicht uninteressant, durch Experimente auszumachen, ob vielleicht der Pollen einer von beiden nur der Form nach Pollen sey, und bei der Befruchtung sich verschieden verhalte, oder gar bei Diöcisten die eine Art vorzugsweise männliche, die andere weibliche Embryonen hervorrufe.

Digitized by Google

beiden Fällen beweist aber der Verlauf der Oberhaut unwidersprechlich, was auch schon die Entwickelungsgeschichte ergiebt, dass sich der Pollen im Innern des Blattes bilde, dass also die Anthere nicht als ein rückwärts, oder vorwärts eingerolltes Blatt zu betrachten sey, welches auf seiner Fläche den Pollen erzeugt.

Verfolgen wir die Anthere bis zu ihrem ersten Erscheinen, so finden wir, dass alle in ihren früheren Zuständen dieselbe Formenreihe durchlaufen und dass alle so abweichenden Erscheinungen bei Orchideen, Asclepiadeen, Cucurbitaceen, Stylideen etc. nur spätere Entfaltungen desselben Grundtypus sind und nur physiologisch unwesentliche Modificationen auf einem Gebiete, auf dem sich die Natur, wie überall, wo es sich nur um äusserliche Formendifferenzen handelt, das bunteste Spiel der Mannigfaltigkeit vorbehalten hat.

Die Ausbildung des Pollens geschieht nur auf die Weise, dass sich die vier für den Pollen bestimmten Zellengruppen von dem übrigen Gewebe des Blattes absondern, ihre einzelnen Zellen sich vergrössern und im Innern jeder derselben sich wahrscheinlich meist vier andere Zellen bilden, in deren jeder ein Pollenkorn erzeugt wird, worauf die Mutterzellen sammt und sonders resorbirt werden. Oft scheinen sich auch die vier Pollenkörner in einer Zelle zu entwickeln, wenn man nicht annehmen will, dass die zarten sie eng umschliessenden Zellen nur übersehen worden sind. Zuweilen, obwohl selten, finden sich nur zwei Pollenkörner in der grössern Mutterzelle z. B. bei *Podostemon Ceratophyllum*, die denn nachher beide aneinanderhängend bleiben (Fig. 67 u. 68.). Doch ist die Vierzahl gewiss der allgemeinere Fall, woraus sich das so häufig vorkommende *pollen quaternarium* erklärt.

Geschieht indess die eben erwähnte Resorption der Mutterzellen nicht, oder nicht vollständig, so zeigt sich eine eigenthümliche Hemmungsbildung, die, typisch bei Orchideen und Asclepiadeen, den Botanikern so viel zu schaffen gemacht hat, während die Sache doch ganz einfach die ist, dass die Pollenentwickelung in einem frühern Stadium stehen bleibt. Man kann dieselbe Erscheinung, als vorübergehende Bildungsstufe,

Digitized by Google

z. B. im Januar und Februar bei *Picea* und *Abies*, im Februar und März bei *Pinus* beobachten, wo in jedem Antherenfach eine wachsartige Pollenmasse lose eingebettet ist. Etwas später sieht man bei *Picea* und *Abies* noch die vier Zellen, in denen sich die einzelnen Pollenkörner befinden, eng verbunden, und es gewährt ein hübsches Schauspiel, wie sich dann auf dem Objectträger des Mikroskops durch Einsaugung des Wassers jedes Pollenkorn ausdehnt und seine Hülle sprengt, um hervorzutreten, worauf die vier Zellen leer zurückbleiben (Fig. 63 bis 66.).

Auf diese Weise erkennen wir in der Anthere nur eine Entwickelungsstufe der seitlichen Organe der Pflanze.

Gehen wir nun weiter, so treffen wir zunächst auf den Fruchtknoten, den Endpunkt des ganzen vegetabilischen Organismus. In ihm sind alle constituirende Theile so eng zusammengedrängt, dass die Unterscheidung äusserst schwer erscheint, und hier ist denn auch der weiteste Spielplatz für Hypothesen aller Art gewesen, ja Manche haben es selbst bis zu den exorbitantesten Träumereien gebracht, weil sie statt zuzusehen, sich auf's Rathen legten (wobei freilich zuweilen auch ganz zufällig das Rechte getroffen wurde), wofür *Agardh's* Organographie eine Reihe der vortrefflichsten Beispiele liefert.

Nach der gewöhnlichen, jetzt ziemlich allgemein angenommenen Ansicht besteht das *Ovarium* aus Knospen (*ovulis*), die an den Rändern von Blättern (*carpellis*) sich bilden.

Prüfen wir einmal diese Ansicht von dem gewöhnlichen Standpunkte aus, so ergiebt sich leider eine logische Mangelhaftigkeit des Räsonnements, welche diese Ansicht allein hinstellen und haltbar finden konnte. Es ist dies nicht der einzige Fall, wo sich in die Wissenschaft eine ganz unbegründete Annahme vor Jahren Eingang verschafft hat, und durch Tradition fortgepflanzt gleichsam als heilig und unantastbar angesehen worden ist, so dass es Keiner gewagt hat, der angeblichen Gottheit den Schleier zu entreissen und zu zeigen, dass es nur eine hohle, selbst geschnitzte Puppe sey, die man angebetet. Man scheint sich immer vor den hohen Autoritäten gefürchtet zu haben, die eine solche Lehre zuerst einführten, während

Digitized by Google

doch in der Naturkunde die einzig gültige Autorität die Natur selbst ist und alle andern nur als Zeugenaussagen über Thatsachen einen Werth gewinnen, wo man sie selbst nicht befragen kann.

Betrachten wir den ganzen Complex der Pflanzenwelt, so finden wir es als durchgreifendes Gesetz, dass sich niemals eine Knospe an einem Blatte bildet, sondern nur an der Axe und den von ihr abgeleiteten Organen. Sieht man nun die *Ovula* als Knospen an, so hätte man auch consequent weiter schliessen müssen, dass die *Placenta* eine umgebildete Axe sey. Was hat man aber, um diese einfache und nothwendige Folgerung umzuwerfen, angeführt?

1) Die bekannte Erscheinung bei *Bryophyllum*;

2) Eine zweimal beobachtete monströse Gemmenbildung an dem Blatte einer *Malaxis* und eines *Ornithogalum*.

Der letzte Fall ist eben eine Abnormität und daher am wenigsten geeignet, eine Regel zu begründen, die allen bekannten Erscheinungen widerspricht, auch wird er in dem später Vorzutragenden, ebenso wie der erste, seine genügende Erklärung finden. Der erste Fall aber ist eine singuläre Ausnahme, wovon noch dazu sehr zweifelhaft ist, ob es wirklich eine Ausnahme sey oder ob nicht vielmehr das angebliche Blatt von *Bryophyllum* ein blattartig ausgebreiteter Stengel ist. Seit wann sind aber solche Gründe genügend, um eine allgemeine Regel, die natürlich aus dem Princip der Einheit folgt, umzustossen? Es ist ferner ein bekannter Satz der Logik, dass eine Hypothese um so mehr gerechtfertigt erscheint, je leichter sie alle Erscheinungen erklärt, und je weniger sie Hülfshypothesen zu ihrem Bestehen bedarf. Nun aber frage ich, um gleich einen extremen Fall zu nehmen, welche abnorme Voraussetzungen erfordert nicht nach der gewöhnlichen Ansicht die Erklärung der ächten *placenta centralis libera* z. B. bei den Plumbagineen (Fig. 58 bis 61.); hier hätten sich 5 Carpellblätter eingebogen, wären mit den Rändern verwachsen, hätten sich dann von ihren Rändern getrennt, wieder ausgefaltet, und wären auf's Neue mit einander verwachsen, und endlich sogar an dem Mittelsäulchen von wenigstens 10 Eierchen 9 abortirt, und das einzig



Digitized by Google

übrigbleibende habe noch dazu die ganz wunderbare Stellung auf der Spitze des Säulchens angenommen, und wohlgemerkt, das alles ohne dass man in der Wirklichkeit auch nur eine Spur dieses ganzen complicirten Vorganges entdecken könne. Ueberhaupt wäre man schon gezwungen, bei allen uniovulaten Ovarien zu einem angeblichen Abort seine Zuflucht zu nehmen, den die Natur nicht im Geringsten angedeutet hätte.

Der zweite entgegengesetzte Fall ist aber fast noch gefährlicher für die gewöhnliche Ansicht, wenn nämlich, wie bei den Gentianeen, Nymphaeaceen, Butomeen etc. die ganze Fläche des Carpellblattes eiertragend ist, und ich wüsste wirklich gar keine nur irgend haltbare Erklärung dieses Phänomens aus der gewöhnlichen Hypothese herzuleiten. Man hat nun auch eben deshalb zu vielen Hülfen seine Zuflucht genommen, und lässt die *Ovula* bald am Rande des Carpellblattes, bald an der Mittelrippe*), bald an beiden entstehen.

Auf diese Weise hat man mit wahrlich sehr schwachen Gründen eine exorbitante Ansicht der Wissenschaft aufgezwungen, sich selbst die Sache unendlich schwer gemacht und die natürliche Auffassung ganz und gar vernachlässigt. Wir werden weiterhin sehen, wie leicht sich aus der Annahme, dass die *pla-*

*) In dem Werke eines Herrn *Eisengrein:* „Die Familie der Schmetterlingsblüthigen mit besonderer Hinsicht auf Pflanzenphysiologie" wird als Gesetz aufgestellt, dass sich bei den Leguminosen die Ovula an der Mittelrippe bildeten. Abgesehen davon, dass schon aus der Stellung der Blüthentheile sich klar ergiebt, dass beim Legumen die eingeschlagenen Ränder des Blattes die eiertragenden sind, so hätte Hr. *Eisengrein* an einigen Bohnenknospen sich von der Nutzlosigkeit seiner mehrere Seiten langen Erörterung mit einer mässig starken Loupe überzeugen können. Ich möchte das Buch überhaupt für ein pathologisches Symptom des Zeitgeistes erklären. In widerlicher Breite wird die sterilste Spielerei mit leeren Vergleichungsformeln nach Art einer neuern, jetzt Gottlob allmälig aussterbenden Schule als Philosophie vorgetragen. Lebendige Naturanschauung zeigt das Buch eben so wenig, wie die nur auf dem Titel paradirenden physiologischen Principien, und selbst mit der alltäglichsten Literatur dieses letztern Zweiges der Botanik ist der Verfasser zwar nur um etwa 30 Jahre zurück, aber doch noch nicht einmal *au niveau* von *Grew* und *Malpighi*.

Digitized by Google

*centa* ein Axengebilde sey, die einzige scheinbar entgegenstehende Thatsache der *placenta parietalis*, und zwar ohne alle Hülfshypothesen aus ganz bekannten Modificationen des Stengels erklären lässt. — Gehen wir aber jetzt zur Anschauung der Natur selbst über, so finden wir, um mit dem Leichtern anzufangen, im Anfange jedes einzelne Carpellblatt isolirt, jedem jungen Blatte oder seitlichen Organ der Pflanze gleich gebaut. Erst bei ziemlich weit vorgerückter Entwickelung fängt es an sich mit den Rändern einwärts zu schlagen, wenn das Carpell geschlossen ist, oder mit den Rändern des benachbarten zu verwachsen, wenn es ein uniloculares vielblättriges Pistill ist.

Zu den Familien, die hierdurch wieder zum Theil eine andere als die gewöhnliche Deutung erhalten, gehören auch unter andern die Gräser und Cyperaceen. Bei beiden Familien ergiebt die Entwickelungsgeschichte, dass das Ovarium nur aus einem Carpellblatt besteht. Bei beiden Familien sind die zwei vordern*) Stigmata für das Carpellblatt nur eine weitere Entwickelung der *ligula*, das hintere dagegen, welches bei den Gräsern so oft verkümmert, der Blattfläche, das Ovarium selbst aber dem Scheidentheil des Blattes analog.

Wir können hier nun stufenweise die ganze Ausbildung des Pistills vom ersten Erscheinen, als flaches Blattorgan, bis zur Differenzirung in Ovarium, Stylus und Stigma verfolgen. Für diese Theile wird sich dann ein bestimmter Begriff aufstellen lassen, wofür bis jetzt wenig geschehen ist, indem die ihrer Bedeutung und Function nach verschiedenartigsten Theile oft mit demselben Namen belegt sind.

Ovarium wird dann der Theil des Blattes, so weit es die *Ovula* einschliesst, Stylus so weit es aufgerollt ist, ohne *Ovula* zu enthalten, bestimmt die Pollenschläuche zu leiten, und Stigma endlich die freie Ausbreitung des obersten Theiles, bestimmt den Pollen aufzufangen.

Dieses Ergebniss wird dann wiederum vielfach folgenreich.

---

*) Wenn man das Ovarium von der Axe (*Rachis spiculae**) aus betrachtet.



Digitized by Google

Für die Benennung der Theile finden wir zum Beispiel, dass ganze Familien, denen man bisher *Styli* zuschrieb, wie die Gräser, nur *Stigmata sessilia* haben. Ein wirklicher Stylus findet sich in dieser Familie nur bei wenigen Gattungen, z. B. *Lygeum* und *Zea*. Auffallend ist es mir immer gewesen, dass dieselben Botaniker, die auf der einen Seite den Satz aufstellen, dass die *Styli* das sicherste Kennzeichen für die Zahl der Carpelle seyen, indem jedem Carpell jedesmal nur ein Stylus entspreche, auf der andern Seite aber auch den Gräsern nur ein Carpell zuschreiben, doch bei dieser Familie von mehreren *Stylis* reden. Eben so wenig kommt bei den meisten Euphorbiaceen ein wahrer Stylus vor und namentlich sind bei *Euphorbia*, *Ricinus*, *Andrachne*, *Crozophora etc.*, wo man von mehreren Staubwegen gesprochen, entweder gar keine, sondern nur *Stigmata sessilia bifida*, oder nur einer vorhanden, wie z. B. bei *Euphorbia*, wo die drei Carpellblätter nach oben noch zu einer obwohl kurzen Röhre verwachsen. So giebt es bei den meisten Alismaceen, Malvaceen, Phytolacceen keinen Stylus, sondern nur Stigmata; ja bei einigen dieser Pflanzen z. B. bei *Ricinus* und *Phytolacca* geht die sogenannte stigmatische Fläche mit ihren Papillen sogar bis an die Basis der Carpellblätter herab. Eben so wenig sollte man bei den Compositen von *ramis Styli* reden, sondern nur von Formen des zweilappigen Stigmas.

Es hat bisher den Worten Stylus und Stigma fast nur eine traditionelle Bedeutung zu Grunde gelegen, die zum Theil vielfach durch angeblich logische Unterscheidungen noch mehr verdorben ist. Es ist aber leicht einzusehen, dass, wenn die Botanik wahrhaft wissenschaftlich behandelt werden soll, den *terminis* Begriffe zum Grunde gelegt werden müssen, die, aus der Natur der Pflanze hergenommen, wirklich wesentliche organische Differenzen bezeichnen und dann auch auf solche concise Weise gefasst werden können, dass man nicht Gefahr läuft, die verschiedensten Dinge in demselben Worte zusammenzufassen und wiederum identische Theile durch die Bezeichnung zu trennen. — Es ergiebt sich ferner aus dem Verfolgen dieses Entwikkelungsganges sehr einfach die Erledigung des alten Streites, ob

Digitized by Google

der Stylus einen Canal habe, oder nicht. Da der Stylus aber entweder aus der Zusammenrollung eines einzelnen Blattes (apocarpe Frucht *Lindl.*), oder durch das Zusammenwachsen der Ränder mehrerer Blätter (syncarpe Frucht *Lindl.*) entstanden ist, muss er immer einen Canal haben, der freilich bei der geöffneten Blume nicht immer noch auf dem Querschnitte als scharf umschriebene Höhle erkennbar ist, da die innere Zellgewebeschicht (*Tissu conducteur Brongniart*, eigentlich die Oberhaut der obern Blattfläche) durch Umbildung der Zellenform und Ergiessung von Schleim in die Intercellularräume so ausgedehnt wird, dass selbst die einzelnen Zellen sich ganz aus ihrem Zusammenhange trennen und lose im Schleim eingebettet liegen, z. B. bei den Orchideen, vielen Liliaceen etc.

Dies wären nun wiederum die wesentlichen Momente, die die Natur überall beim Pflanzenorganismus festhält, während sie sich in Hinsicht der ausserwesentlichen Formverschiedenheiten wieder eine grosse Mannigfaltigkeit erlaubt. Die wunderbarsten Formenspiele zeigen sich besonders in der Gestaltung des Stigmas und deshalb ist gerade dieser Theil am häufigsten missverstanden. Doch bietet auch der Stylus und selbst das Carpellblatt, letzteres besonders bei Bildung der falschen Scheidewände durch cellulöse Excrescenzen, z. B. bei den Aroideen, viele Eigenthümlichkeiten dar. Wir finden ferner das Carpellblatt bei den Coniferen gar nicht geschlossen; drei zu einer oben offenen Becherform vereinigt bei den Resedaceen; enggeschlossen bei den meisten Familien; oft aber auch sogar gegen die Axe zu eingebogen und dann wieder rückwärts geschlagen, so dass der eiertragende Theil einen Bauch bildet und der Stylus von der Basis zu entspringen scheint, wo sich dann die Uebergänge beim Studium der Entwickelung von den Euphorbiaceen, durch die Phytolaceen, Alismaceen bis zu den Borragineen und Labiaten und in der ganzen Familie der Dryadeen stetig verfolgen lassen. Das junge Ovarium bei den Labiaten, Borragineen z. B. ist ein gewöhnliches zweiblättriges Carpell (Fig. 40); die Blattränder verwachsen aber sehr früh zum Stylus und bei der Entwickelung des Ovuli wird der dasselbe umschliessende Theil bauchig nach oben und aussen

Digitized by Google

ausgedehnt, während die obere Hälfte des Blattes, der Stylus, dieser Erhebung und Ausdehnung nicht mehr folgen kann. Eine ganz ähnliche Erscheinung bietet die Frucht der Palmen dar, wo ursprünglich bald nach der Befruchtung der Embryo vollständig erect ist. Die innere Seite des Ovariums wächst aber beim reifenden Saamen nicht mit in die Höhe. So wird die Spitze des Embryo fixirt und zum Mittelpunkt, um den die *Radicula* bei der einseitigen Entwickelung einen Quadranten beschreibt, wodurch der *Embryo horizontalis lateralis* entsteht. — Ueber eine Menge solcher scheinbaren Abnormitäten sind viele Worte verloren, die man sich hätte sparen können, wenn man statt zu rathen, lieber untersucht hätte.

Wenden wir uns nun zur *Placenta* und zum *Ovulum*, so wird es zweckmässig seyn, mit dem einfachsten Falle anzufangen, und das ist ohne Zweifel derjenige, welcher für die gewöhnliche Theorie die unübersteiglichsten Schwierigkeiten darbietet, nämlich wo gar kein Carpellblatt vorhanden ist. Dieser Fall tritt z. B. bei *Taxus* ein. Die ganze weibliche Blüthe ist hier nichts anderes, als die terminale Blattknospe der Nebenaxe, welcher sie angehört. Die Blätter setzen ihre gewöhnliche spiralige Blattstellung fort bis zur äussersten Spitze, und keines deutet auch nur im Entferntesten an, dass es dem weiblichen Theile mehr angehöre, als ein anderes (Fig 39.). Wie gewöhnlich endigt sich hier die Axe mit einer kleinen Warze (dem *punctum vegetationis Wolff*) und diese ist der *Nucleus* des Eichens. Es ist also die zweite Differenz der Pflanze die Axe, welche den sogenannten weiblichen Theil bildet, und wir sehen jetzt schon ein, dass die Befruchtung und Zeugung in Nichts besteht, als in einem Zusammentreten und Ausgleichen der beiden wichtigsten Differenzen, die in der Pflanze gegeben sind, der horizontalen und verticalen Gebilde.

Doch verfolgen wir den Gang der Untersuchung ruhig weiter. Das Ende der Axe also ist der *Nucleus* des Eichens und dieser ist der allein wesentliche, nie fehlende Theil des ganzen weiblichen Organs, während alle übrigen theilweise bald bei der einen, bald bei der andern Pflanze vermisst werden. Dieses Ende der Axe erleidet nun häufig eine Krümmung, so

Digitized by Google

dass seine Spitze auf sich selbst zurückgebogen wird (*Ovulum anatropum*) und mit dem gerade bleibenden Theil (*rhaphe*) verwächst; ein Vorgang, der leicht in der Wirklichkeit zu verfolgen ist. In diesem Zustande (*ovulum ex nucleo nudo constans*) finden wir das Eichen in mehreren Familien z. B. den Santalaceen, Rubiaceen, Cuscuteen, Asclepiadeen*). Es ist zwar kein Grund vorhanden, warum der *Nucleus* nicht auch, ohne diese Umdrehung zu leiden (als *ovulum atropum ex nucleo nudo constans*), vorkommen könnte, indess ist mir bis jetzt doch noch kein Beispiel davon bekannt geworden.

Auf diesem äussersten Punkte der Vegetation concentrirt sich nun aber die Bildung so, dass, was sonst als gesonderte seitliche Organe erscheint, hier zu einer scheidenartigen Hülle zusammenfliesst**). Diese stengelumfassenden Hüllblätter der letzten Knospe werden nun hier Eihäute genannt und unterscheiden sich durch gänzlichen Mangel aller Spiroiden, welche immer nur der *Rhaphe* oder dem nicht in *Nucleus* und *Integumente* geschiedenen Theil des Eichens angehören, und ihre Anwesenheit giebt immer einen bestimmten Beweis, dass man es mit einer nur scheinbaren Eihaut zu thun habe. Erst in späterer Zeit nach der Befruchtung entwickeln sich in einigen seltenen Fällen in den wirklichen Integumenten Gefässbündel.

Eine solche einfache Hülle (*integumentum simplex mihi*)***) findet sich nun:

---

*) *R. Brown* zählt auch die Apocyneen hierher. Sie haben aber ein einfaches Integument. Bei diesen sowohl wie bei den Asclepiadeen ist es nicht der *Nucleus*, der sich nach der Befruchtung im Innern bildet, sondern der Embryosack, der sich frühzeitig mit opakem *Albumen* ausfüllt, welches dann als ein dunkler durchscheinender Kern nach der Befruchtung sichtbar wird.

**) Diese Ansicht der Eihäute habe ich später zurückgenommen, aus dem einfachen Grunde, weil sich die äussere Eihaut unterhalb und nach der innern bildet, niemals aber ein tieferes Blatt später entsteht als ein höheres. Die Eihäute lassen sich nur dem *discus urceolatus*, einer Axenausbreitung, parallelisiren.

***) Die Worte *Testa* und *Membrana interna*, so wie die andern vom reifen Saamen hergenommenen und nirgend passenden Ausdrücke

Digitized by Google

1) Ohne dass die Axe gekrümmt ist (*Ovulum atropum cum integumento simplici*) bei *Taxus* zur Zeit der Blüthe, bei den Cupressineen, den Juglandeen, Ceratophylleen,

2) oder die Axe erleidet die oben erwähnte Krümmung, wobei die Hülle mit der verlängerten Axe verwächst (*rhaphe*) (*Ovulum anatropum cum integumento simplici*). Hierher gehören die Abietineen, Synanthereen, Lobeliaceen, Campanulaceen, Goodenovieen, Lentibularien, Scrophularinen, Orobancheen, Gesnerieen, Sesameen, Labiaten, Bignoniaceen, Polemoniaceen, Convolvulaceen, Solaneen, Borragineen, Gentianeen (einschliesslich der Menyantheen, welche ebenfalls nur ein Integument haben, denn die am reifen Saamen zu trennende äussere harte Hart ist nichts, als die *Epidermis* des Integuments, deren Zellen stark verholzt sind), ferner die Apocyneen, Umbelliferen, Ranunculeen, Loaseen etc.

Endlich bildet sich auch noch eine zweite Hülle, die die Spitze der Axe umschliesst (*Integumentum externum et internum mihi*), wobei wieder beide Modificationen vorkommen können.

1) Die Axe bleibt gerade z. B. bei den Polygoneen (Fig. 42.), Cistineen, Urticeen, einem Theile der Aroideen,

2) oder die Axe krümmt sich und verwächst mit dem äussern Integument (Fig 58 — 61.). Hier sieht man besonders bei den übrigen Aroideen alle möglichen Uebergänge von einer verlängerten Axe, von der das gekrümmte Stück mit seinen Häuten frei herabhängt (wie es nach *R. Brown* auch bei *Rafflesia* der Fall ist) bis zur gänzlichen Anwachsung, wo denn der ungebogene Theil der Axe als *Rhaphe* erscheint. Ferner gehören hierher wohl alle übrigen Monokotyledonen; bei den Orchideen drückt sich zwar *R. Brown* nicht bestimmt darüber aus, sie haben indess deutlich beide Integumente, die aber nur in ihren jüngsten Zuständen zu erkennen sind (Fig. 43.), da der schon früh auftretende Embryosack zur Zeit der Befruch-

---

musste ich aufgeben, da sie wegen der vielen, historisch ihnen anklebenden Irrthümer nur dazu dienen konnten, die Begriffe zu verwirren.

Digitized by Google

tung den *Nucleus* meist spurlos verdrängt hat und man leicht versucht wird, das sehr dünne innere Integument für die *Membrana nuclei* zu nehmen. Von den Dikotyledonen will ich nur beispielweise die Nymphaeaceen und Cabombeen, die Plumbagineen, Resedaceen, Passifloren, Caryophylleen und Cruciferen nennen, um den Raum nicht nutzlos mit Pflanzennamen zu füllen.

Ueber die Bildung dieser Integumente des *Nucleus* im Allmeinen hat zuerst *Mirbel* etwas Ausführlicheres publicirt, da er aber zwar die Erscheinungen, die dabei vorkommen, zum Theil gesehen, aber keineswegs selbst richtig verstanden hatte, so konnte er die Sache auch nicht deutlich vortragen und es ist kaum thunlich, aus seinen Worten sich mit Sicherheit abzuleiten, wie er sich den Vorgang gedacht. Die erste richtige Darstellung der Art der Bildung gab der, hier, wie überall, neue Bahnen brechende *R. Brown* 1831 für die Orchideen und später 1834 in seiner Abhandlung über die weibliche Büthe der *Rafflesia*, wo er seine Beobachtungen schon über mehrere Familien ausgedehnt hatte. Am ausführlichsten hat sich über diese Sache *Fritsche* in diesem Archiv ausgesprochen, doch hatte er seine übrigens höchst vortrefflichen Beobachtungen nur an einer einzigen Species angestellt, die noch dazu wegen des zusammengedrängten Baues und des anatropen Eies am wenigsten günstig für solche Untersuchungen war. Auch hatte er versäumt, die hierbei höchst nöthigen mikrometrischen Messungen anzustellen, wodurch er einige Irrthümer hätte vermeiden können. So z. B. sind eine Verdickung an einem Cylinder unterhalb einer gegebenen Linie und eine Einschnürung oberhalb derselben bei so kleinen Gegenständen, zumal da man nicht alle Stadien zugleich übersieht, nur durch vergleichende Messungen zu erkennen und doch ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach so sehr verschieden. Einestheils ist *Fritsche* auf diese Weise zu der unrichtigen Ansicht von der simultanen Bildung beider Integumente durch Einsenken der ersten Falte in die Masse des Ovulum gekommen, und andrerseits hat er die Bildung des innern Integuments als einer blossen Falte der *Epidermis nuclei* zu einseitig aufgefasst.

Digitized by Google

Der Gang, den die Natur nimmt, ist einfach folgender, wenn wir bei dem atropen Eichen z. B. der Polygoneen (Fig. 42.) als dem einfachsten Falle stehen bleiben. In gewisser Entfernung unterhalb der Spitze der ursprünglichen Warze markirt sich eine ideale Linie als Basis des *Nucleus* (Fig. 42, *b.*), welche fernerhin nicht mehr in der Dicke zunimmt. Oberhalb derselben bildet sich die Spitze in den *Nucleus* aus, unterhalb derselben schwillt die Substanz an und bildet eine Wulst (Fig. 42, *b.*), die, sich als eine Art von Hautfalte ausdehnend, allmählig den *Nucleus* überzieht (*Integumentum primum aut internum mihi; Secondine Mirb.*; *Membrana interna Auct.*). Oft bald nachher, ja fast gleichzeitig, oft erst später (am auffallendsten bei *Taxus*, wo das zweite Integument (Fig. 39, *b.*) erst nach der Befruchtung sich ausbildet [*Cupula Auct.*] *), oft unmittelbar unter der ersten Wulst, oft in einiger Entfernung darunter (so namentlich bei vielen Polygoneen und Cistineen) bildet sich dann eine zweite Anschwellung, welche als zweites Integument (*Integumentum secundum sive externum mihi*; *Primine Mirb.*; *Testa auctor.*) das erstere überzieht **). Das zuerst sich bildende Integument besteht freilich häufig nur aus einer Falte der Oberhaut des *Nucleus*, aber in fast allen Familien, die gar kein zweites Integument bilden und auch in einigen, die beide Eihüllen haben, z. B. bei den Euphorbiaceen, Cistineen und Thymeleen nimmt auch ein ziemlich dickes Parenchyma an dieser Bildung Theil. Bei den drei genannten Familien tritt der eigenthümliche Fall ein, dass beim Reifen des Saamens das äussere Integument allmälig bis auf eine dünne Membran absorbirt wird, die denn gewöhnlich bei Saamenbeschreibungen als *epidermis testae*, oder bei den Euphorbien wohl gar als *Arillus* angegeben wird, wie auch in

*) Ist richtiger als *Arillus* zu bezeichnen.

**) Dasselbe beobachtete ich sehr schön bei *Hydrocharis* und *Vallisneria*, und wie aus *Richard's* Analyse sich ergiebt, haben auch alle übrigen ächten Hydrocharideen atrope Eichen. *Endlicher's* Angabe eines anatropen Eichens für diese Familie (*Genera plantarum* p. 160) ist wohl zu einseitig von *Stratiotes* (welches vielleicht überall nicht hierher gehört) auf die übrigen ausgedehnt worden.

Digitized by Google

andern Fällen die wirkliche modificirte *epidermis testae* als *Arillus* beschrieben worden ist, z. B. bei den Oxalideen. Die Spitze der ursprünglichen Papille, welche als *nucleus* auftritt, ist ihrer Grösse nach im Verhältniss zur Masse des ganzen Eichens bei verschiedenen Familien äusserst verschieden. Oft ist es ein sehr langes, fast cylindrisches Stück, z. B. *Loasa*, *Pedicularis*, oft kürzer, so dass diejenige Masse des *Ovuli*, wo keine Differenzirung in *Nucleus* und Integumente eingetreten ist (gleichsam ein fleischig angeschwollener Stengel), bei Weitem überwiegt z. B. alle Synanthereen, *Canna*, *Phlox*, *Polemonium*; oft ist es nur die äusserste Spitze der Papille selbst z. B. *Convolvulus*, oder es bleibt nur ein idealer Punkt, der als eigner Körper gar nicht mehr zu unterscheiden ist, über den sich aber noch eine Wulst erhebt, und so eine Mikropyle bildet, z. B. bei den Dipsaceen.

Uebrigens wird der hier geschilderte Vorgang im Einzelnen vielfach durch die einseitige Entwickelung des *ovuli* (*ovul. campylotropum Mirb.*) oder durch die oben schon auseinandergesetzte Umdrehung (*ovul. anatropum*) modificirt. Es würde aber die Grenze dieses Aufsatzes überschreiten, wollte ich mich hier auf eine detaillirte Ausführung aller der unzähligen von mir beobachteten Einzelheiten einlassen. Nur beiläufig kann ich hier noch bemerken, dass *Mirbel's Quartine* gar nicht existirt und nichts als ein transitorisches Endosperm ist bei Familien, bei denen der Embryosack frühzeitig den ganzen *Nucleus* verdrängt, meist aber nicht bestimmt ist, durch ein persistentes Endosperm späterhin ein *Albumen* zu bilden.

Beim Reifen des Saamens erleiden nun diese Integumente mannigfache Veränderungen, so dass man am reifen Saamen selten oder nie ihre ursprüngliche Zahl noch unterscheiden kann. Oft verwachsen alle Integumente zu einem, oft und zwar am häufigsten trennt sich ein Integument in verschiedene Schichten verschieden ausgebildeten Zellgewebes, wo denn natürlich das homogene Gewebe von dem heterogenen sich leicht trennen lässt. Auf diese Weise kann man das Integument des reifen Saamens oft sogar in fünf Schichten zerspalten, während nur eine oder zwei Häute, oder wie bei *Canna* im grössten Umfange des Saamens gar keine vorhanden waren.

Digitized by Google

Da nun oft in derselben Familie*) die grössten Verschiedenheiten in dieser Beziehung am reifen Saamen vorkommen, wie oben schon von der Gruppe der Menyantheen erwähnt wurde, beim *Ovulum* dagegen das Vorkommen von keinem, einem oder zweien Integumenten für Familien und Gruppen durchgehends sehr constant erscheint, so möchte es zweckmässiger seyn, bei Beschreibung überall zur alten Richard'schen Terminologie zurückzukehren und beim reifen Saamen nur von einem Episperm zu reden, dessen verschiedene Lagen man dann ja näher charakterisiren kann, dafür aber desto genauer in der Beschreibung des Ovulum zu seyn. Wahrscheinlich werden noch manche interessante Resultate sich herausstellen, wenn diese Untersuchungen erst über alle Pflanzenfamilien ausgedehnt sind; schon der geringe Umfang meiner Beobachtungen giebt manche Andeutungen. Auffallend ist es z. B., dass keine einzige monokotyledone Familie weniger als zwei Integumente zeigt, und bei der oben gegebenen Uebersicht muss es Jedem auffallen, dass unter den Dikotyledonen die meisten monopetalen Familien nur ein Integument haben, die meisten Polypetalen dagegen zwei.

Doch kehren wir zum ruhigen Gang unserer Betrachtungen zurück. Wenn wir nun freilich bei Pflanzen mit ächter *placenta centralis libera*, oder noch auffallender bei solchen, wo, wie bei den Polygoneen, bei *Taxus*, *Juglans*, *Myrica* von einer *Placenta* als einem besondern Organ gar nicht die Rede seyn kann, nicht einen Augenblick in Zweifel seyn können, dass der *Nucleus* des Eichens nur die Spitze der Axe ist, so frägt sich nun aber, wie denn die wandständige *placenta* zu erklären sey; doch scheint mir die Sache so schwierig nicht. Wir finden schon bei vielen Aroideen das Ende der Axe scheibenförmig ausgebreitet, und auf dieser Fläche eine Menge Knospen als Eichen tragen, ähnlich wie es bei den Synantheren und andern Familien unterhalb der Blumenknospen etwas

*) Ja selbst im selben *genus*. So hat z. B. ein Theil der Salvien Spiralzellen in der *Epidermis* des Saamenintegumentes, ein anderer Theil nicht.

Digitized by Google

Gewöhnliches ist; wir finden diese Scheibe dann in lappige Fortsätze ausgezogen und mit den Rändern der Carpellarblätter verwachsen bei allen wandständigen oder pseudocentralen Placenten, eine Modification des Stengelgebildes, die man z. B. bei *Dorstenia* findet; auch könnte man die wandständigen Placenten eben so gut und vielleicht einfacher und naturgemässer als eine blosse Verästelung der Axe deuten. Es kann dabei nicht auffallen, dass die Knospen dieser Aeste (*Ovula*) nur an der innern der Axe zugewendeten Seite sitzen, da man dasselbe bei vielen Inflorescenzen z. B. bei *Aesculus* findet. Endlich finden wir die Axe becherförmig ausgedehnt bei den Pflanzen, wo die ganze Wand des einfächrigen Ovariums mit *Ovulis* besetzt ist, wie wir eine ähnliche Umbildung des Stengels bei vielen Rosaceen und bei *Ficus* sehen*). Es ist aber kein Grund erfindlich, warum man solche Formabweichungen der Axe bei einem tiefern Internodium zwischen Laubblatt und Blüthenknospen annehmen wollte, wenn man sie bei einem höhern zwischen Carpellblatt und Eiknospen leugnet, oder für unthunlich erklärt. Nun findet sich aber auch in der Natur selbst, dass bei wandständigen Placenten die Blattränder sich nie in ihrer ganzen Länge aneinanderlegen nnd verwachsen, sondern von unten auf durch einen nachwachsenden oft mehr oft weniger deutlichen Zwischenkörper verbunden werden. Sehr deutlich ist dieser Zwischenkörper z. B. bei den Fumariaceen und Cruciferen, wo er viel später als die Carpellblätter erscheint, gradezu innerhalb derselben steht, und bei der letzten Familie durch seine allmählige Ausbreitung gegen die Mitte und späteres Verwachsen die falsche Scheidewand bildet. Am deutlichsten zeigt sich aber die Placenta als ein von dem Carpellblatt in seinem Wachsthum völlig unabhängiger Theil bei den Abietineen. Meine Untersuchungen der frühesten Zustände haben mir nämlich gezeigt, dass das, was man seit *Rob. Brown* als offenes *Ovarium* ansieht, nur eine schuppenförmig ausgebreitete Placenta ist, das aber, was *Rob. Brown bractea* genannt hat,

*) Diese zum Theil wenigstens fictiven Erklärungen habe ich später, die bessere Methode der Induction richtiger und schärfer entwickelnd, wieder zurückgenommen.

Digitized by Google

das wirkliche Carpellblatt (Fig. 56.) ist. Auf das glänzendste wird dieses Ergebniss durch einen Zapfen von *pinus alba* bestätigt, den ich in diesem Frühjahr fand, an welchem die untere Hälfte der Blüthen männlich, die obere weiblich war. — Bei den Abietineen entwickelt sich nun die durch nichts gehinderte Placenta, so sehr, dass sie zuletzt selbst das Carpellblatt nur als einen untergeordneten Nebentheil erscheinen lässt. Die weitläufigere Ausführung dieser Untersuchungen ist hier nicht am Orte, und ich muss daher vorläufig auf ein späteres Werk verweisen, an welchem ich schon seit Jahren mit grosser Liebe arbeite und das die Entwickelungsgeschichte der Pflanze in ihrem ganzen Umfange zum Gegenstande hat.

Bei alle den Formverschiedenheiten der eiertragenden Axe, wo dieselbe an den Carpellblättern in die Höhe wächst, oder wo sie frei in der Mitte sich erhebt, kommt nun oft noch die Eigenheit vor, dass dieselbe ausser der früher schon erwähnten Umbiegung noch eine andere erleidet, indem nämlich der Raum nach oben zu für die Entwickelung der Eiknospen zu beschränkt ist; hieraus entsteht nun das *ovulum horizontale* und *pendulum* mit den mannigfachsten Zwischenstufen. Diese Modification ist aber eben, weil sie nur aus einer äussern Nothwendigkeit, der Form des Raumes, hervorzugehen scheint, bei weitem weniger wesentlich, als jene zuerst erwähnte Umkehrung, und wir finden wohl hängende und aufrechte Eierchen in derselben Familie z. B. bei den Dryadeen, selten aber in einer höher entwikkelten Familie und überhaupt wohl nur bei den Aroideen, atrope und anatrope Eier vereinigt. Die blosse Angabe einer *radicula supera* oder *infera* in Pflanzenbeschreibungen ist daher an sich wenig oder gar nichts werth, wenn nicht zugleich auf die innere Eibildung Rücksicht genommen ist.

Hatten wir nun aber bei den Antheren eine eigenthümliche Entwickelung des Zellgewebes beobachtet, wodurch eben das Blatt zum pollentragenden Organ wird, so finden wir wiederum eine besondere Modification des Zellgewebes in der Spitze der Axe, dem *Nucleus*, wodurch er sich für die Aufnahme eines neuen Organismus vorbereitet. Es bildet sich nämlich in demselben eine einzelne Zelle unverhältnissmässig gegen die an-

Digitized by Google

dern Parenchymazellen aus, indem sie sich zum Embryosack entwickelt. Dieser ist bei allen Phanerogamen stets vorhanden und immer lange vor der sogenannten Befruchtung. Aber auch nur so viel ist hier das Wesentliche. Im Uebrigen ist er den mannigfachsten Verschiedenheiten unterworfen, in Bezug auf Form (indem er bald rund bald oval, bald cylindrisch, flaschenförmig, oder selbst geigenförmig wird, oder ganz formlose Aussackungen zeigt, wie bei *Lathraea squamaria*), Lage zur Spitze des *Nucleus* (der er bald näher, bald ferner ist), Inhalt (der bald wasserhell, homogen und flüssig, bald opak und granulös, bald sogar zellig ist), die Zeit seines Entstehens (ob längere, oder kürzere Zeit vor Entfaltung der Blume) und endlich das mehrere oder mindere Verdrängen des *Nucleus*. Allein über die Verschiedenheiten des Embryosackes vor der Befruchtung könnte man eine lange Abhandlung schreiben.

Wir sind nun dem Entwickelungsgange der Pflanze so weit gefolgt, dass wir an dem Thore zum Allerheiligsten stehen. Der Vorgang, durch welchen sich der neue Organismus aus der Mutterpflanze bilden soll, war lange Zeit ebenfalls nur Gegenstand träumerischer Spiele der Phantasie, oder unpassender Analogieen aus dem Thierreich gewesen, zum Theil weil Mangelhaftigkeit der Instrumente eine wirkliche Beobachtung unthunlich machten, bis endlich die glänzenden Entdeckungen von *Amici*, *Mirbel*, *Brongniart* und *Rob. Brown* ein ganz neues Licht auf die Sache warfen. Doch blieb noch immer der wesentlichste Theil des Geheimnisses unerrathen. Mit lebendigem Eifer habe ich die Entdeckungen jener grossen Männer verfolgt und nicht nur das Wesentliche ihrer einzelnen Beobachtungen als allgemeines Gesetz für die Phanerogamen bestätigt gefunden, sondern glaube selbst noch einen nicht unwichtigen Schritt weiter gethan zu haben. Die Pollenschläuche habe ich jetzt bei so vielen (über 100) verschiedenartigen Familien, freilich oft nur nach langer mühevoller Untersuchung vom Stigma bis ins Ovulum verfolgt, dass wohl kein Zweifel mehr obwalten kann, dass dies der allgemeine Vorgang bei allen Phanerogamen ist. Schon *R. Brown* erwähnte mehrere Pollenschläuche, die in eine Mikropyle eintreten, ich fand bei

Digitized by Google

sehr vielen Pflanzen zwei bis drei, bei *Phormium tenax* drei bis fünf, bei *Lathraea squamaria* aber fast nie weniger als drei und einmal sogar sieben.

Verfolgt man nun, was allerdings zu den delicatesten Untersuchungen gehört, die in der Botanik vorkommen, den Pollenschlauch weiter im *Ovulum* (Fig. 41 u. 62.), so findet man, dass von den in die Mikropyle eintretenden Schläuchen gewöhnlich nur einer, selten mehrere, wie bei den regelmässigen oder zufälligen Polyembryonaten (zu welchen letztern besonders die Cynanchum-Arten gehören*), die Intercellulargänge des *Nucleus* durchkriecht und den Embryosack erreicht, diesen vor sich herdrängend in sich selbst hineinstülpt und dann selbst, als der im Eingange dieser Betrachtungen beschriebene cylindrische Schlauch, den ersten Anfang des Embryo bildet, der auf diese Weise nichts anderes ist, als eine auf die Spitze der Axe gepfropfte Zelle des Blattparenchymas. Er wird also mit Ausnahme des nicht geschlossenen Radicularendes von einer doppelten Membran gebildet, von dem eingestülpten Embryosacke und von der Haut des Pollenschlauchs selbst (Fig. 50, 51.). Zur Bestätigung dieser Thatsache kann ich mich erstlich auf directe Beobachtungen berufen an *Taxus*, *Abies*, *Juniperus*, *Lathraea*, *Phormium tenax*, *Canna Sellowii*, *Oenothera crassipes*, *Mirabilis longiflora* und *Jalappa*, *Veronica serpyllifolia*, *Limnanthes Douglasii* und minder gut bei *Martynia diandra* und *Cynanchum nigrum*, dagegen am ausgezeichnetsten bei *Orchis Morio* und *latifolia*. Bei allen diesen Pflanzen beobachtete ich das Hineintreten des Pollenschlauches in den Embryosack und die allmälige Umbildung des Endes desselben in den Embryo unmittelbar, und bei *Taxus*, und leicht bei *Orchis* konnte ich sogar den Theil des Schlauches, der die erste Grundlage des Embryo darstellte, noch in ziemlich später Zeit wieder aus dem Embryosack herausziehen**).

---

*) Bei *Cynanchum nigrum et fuscatum* fand ich im Sommer 1835 wenigstens in jedem dritten Saamen zwei bis fünf Embryonen.

**) Um hier etwanigen Einwürfen von Seiten derer zu begegnen, die nicht Gelegenheit hatten, sich selbst mit diesen Gegenständen genauer zu beschäftigen, bemerke ich nur beiläufig, dass Hrn. *Corda's*

Digitized by Google

Indess ist nicht bei allen Pflanzen die Verfolgung des Pollenschlauchs in's Innere des Embryosacks so leicht, da gewöhn-

---

angebliche Entwicklungsgeschichte der Coniferen (*Acta Leop. Carol. XVII. Pars II.*) in den wenigsten Punkten mit der Natur übereinstimmt, und fast möchte ich hier eine der vor einiger Zeit in Mode gekommenen wissenschaftlichen Mystificationen vermuthen. Es hat mir die Sache recht sehr wehe gethan, der ausgezeichneten Männer wegen, die sich öffentlich über diese Arbeit ausgesprochen haben und, ohne Gelegenheit oder Zeit zu eigner Prüfung zu haben, von ihrer eignen Gewissenhaftigkeit in wissenschaftlichen Dingen auf Andere schliessend, sich zu voreiliger Bewunderung haben hinreissen lassen. — Indess kann man sie hier doch nicht von aller Schuld freisprechen, da der Aufsatz offen genug seinen Charakter an der Stirne trägt. — Gleich auf der ersten Seite heisst es: „Seit dem Erscheinen der R. Brown'schen Schriften und dessen Reise durch Deutschland kennt man wohl so allgemein die Resultate seiner Untersuchungen, dass ich eine genaue Darstellung hier überflüssig halte." Nun ist bekannt, dass *Rob. Brown* schon 1832 seine Entdeckung des Eintretens von einem oder mehreren Pollenschläuchen in die Mikropyle publicirte, und Jedem, der das Glück hatte, mit *Rob. Brown* auf seiner damaligen Reise durch Deutschland zusammenzutreffen, wird erinnerlich seyn, dass derselbe befruchtete Ovarien in Spiritus mit sich führte und mit gewohnter Gefälligkeit Jedem, der Interesse für die Sache hatte, das Eintreten der Pollenschläuche in's Ovulum zeigte. — Dessenungeachtet affectirt Hr. *Corda* einige Zeilen weiter eine auf jeden Fall unverzeihliche Unwissenheit dieser Thatsache, um sich eine Entdeckung anzumassen, die lange vor ihm *Amici* (schon 1830) und *Rob. Brown* gemacht. Da Hr. *Corda* sich zur Zeit von *R. Brown's* Anwesenheit in Breslau aufhielt, erscheint es doch etwas fabelhaft, dass ihm von alle dem nichts sollte zu Ohren gekommen seyn. — Etwas weiterhin sagt Hr. *Corda:* „Meine Untersuchungen über das Coniferen-Ei weichen keineswegs von denen des grossen Engländers, noch von *Mirbel's* Untersuchungen ab." Bekanntlich aber sind die Ansichten *Mirbel's* und *R. Brown's* über das Coniferen-Ei, wie über Eibildung im Allgemeinen die directen Gegensätze. Solche Schwachheiten (z. B. S. 5 [603] eine Verwachsung, die nur in der Jugend innig ist, später aber lose wird) kommen auf jeder Seite des Textes vor, aus dem man überhaupt schliessen muss, dass Hr. *Corda* weder *Mirbel* noch *R. Brown* verstanden, oder sie nicht gelesen hat, da er beiden in jedem einzelnen Punkte geradezu widerspricht. Dieselben Widersprüche liegen aber auch in den Zeichnungen klar zu Tage. Fig. 14. z. B. heisst der Embryosack *nucula* (soll heissen *nucleus*) und die Pollenschläuche gehen in ihn hinein, um durch ihr Aussprühen Gott weiss welches Phantasiegebilde zu erzeugen, Fig. 22. aber heisst eben dieser Embryosack gar Embryo



Digitized by Google

lich die Zellen des *Nucleus* um die Spitze des Embryosacks herum sehr fest und opak sind, so dass sich dieser und der Pollenschlauch nicht ganz frei darstellen lassen. Es spricht aber in solchen Fällen für die Identität des Embryos mit dem Pollenschlauch: 1) der stets gleiche Durchmesser des letzteren dicht ausserhalb des Embryosacks und des ersteren dicht innerhalb desselben; 2) der stets chemisch-gleiche Inhalt beider, wie es sich durch die Reaction bei Anwendung von Wasser, süssem Mandelöl, Iodine, Schwefelsäure und Alkalien ergiebt. Der Inhalt des Pollenkornes besteht im Wesentlichen aus Stärke. Diese steigt nun entweder unverändert durch den Pollenschlauch herab, oder geht schon vorher durch lebendig-chemische Processe in eine wasserhelle Flüssigkeit über, die sich nach und nach mehr oder weniger trübt, durch Alkohol coagulirbar wird und aus welcher sich durch einen organisirenden Process dann Zellen bilden, die das Ende des Pollenschlauchs, bei *Orchis Morio* selbst bis weit aus dem Eichen heraus, ausfüllen und so das Parenchyma des Embryos bilden. Doch ich würde die Grenzen dieses Aufsatzes überschreiten, wollte ich auch die Zellenbildung hier weiter verfolgen. 3) Endlich spricht noch für die Identität des Embryos und des Pollenschlauchs, dass bei den Pflanzen, die mehrere Embryonen haben, stets gerade so viele Pollenschläuche vorhanden sind, als die Embryonen zeigen.

Die höchst wichtige Folge dieser Thatsache, die ich hier aber nur andeuten, nicht in ihrem ganzen Umfange ausführen darf, ist nun, dass man bisher die beiden Geschlechter bei den Pflanzen geradezu falsch benannt hat. Versteht man nämlich bis jetzt in der Physiologie unter Ovulum diejenige materielle

---

(E) und die Pollenschläuche laufen um ihn herum. Doch es wäre eine bekannte Herculesarbeit, den Aufsatz Punkt für Punkt durchzugehen. Es genügt hier vorläufig zu versichern, dass, mit Ausnahme einiger Nebensachen, alles fast über die Grenzen des möglichen Irrthums hinaus unwahr und nicht im entferntesten der Natur entsprechend ist, und verweise ich Jeden, der nur irgend einige Uebung in solchen Untersuchungen hat, auf die Natur selbst, da die Beobachtungen keineswegs zu den übermässig schwierigen gehören.

Digitized by Google

Grundlage, aus welcher sich das neue Individuum unmittelbar entwickelt, und nennen wir den Theil, wo diese materiellen Anfänge, ehe sie zur Entwickelung kommen, deponirt sind, das weibliche Organ, — während der Theil, der nur durch dynamische Einwirkung die Entwickelung des Keimes hervorruft, oder befördert, das männliche Organ genannt wird, so ist die Anthere der Pflanze offenbar nichts anders, als ein weiblicher Eierstock, indem jedes Pollenkorn der Keim eines neuen Individuums ist. Dagegen wirkt der Embryosack nur dynamisch die Organisation und Entwickelung der materiellen Grundlage bestimmend, und wäre also als das männliche Princip zu betrachten, wenn man nicht vielleicht richtiger annehmen will (alle ohnehin hinkenden Analogien aus der Thierwelt bei Seite gesetzt), dass der Embryosack nur durch Transsudation neue organisirbare Säfte zuführe und so nur ernährt*).

Zweitens ergiebt sich aber aus der vorgetragenen Geschichte der Embryobildung leicht die höhere Einheit für die Phanerogamen und diejenigen Kryptogamen, bei denen die Sporen offenbare Umbildungen des Zellgewebes der Blattorgane, oder blattartigen Ausbreitungen sind, indem bei beiden Gruppen derselbe Theil die Grundlage der jungen Pflanze abgiebt und der Unterschied nur darin besteht, dass bei den Phanerogamen erst eine vorläufige Ausbildung im Innern der Pflanze dem Zeitraum der ruhenden Vegetation vorangeht, während bei den Kryptogamen sich die Spore (das Pollenkorn) sogleich ohne jene Vorbereitung zur Pflanze entwickelt. Schwierigkeiten machen hier noch die Laub- und Lebermoose, und ganz besonders die räthselhaften Rhizocarpeen. Doch scheint mir, dass

*) Diese ernährende Function behält auch der Embryosack bei den meisten albuminösen Saamen noch in einer spätern Periode, in der des Keimens, bei, indem sich Nahrungsstoff in den allmälig den Embryosack auskleidenden Zellen anhäuft, der nachher zum Behuf der ersten Ernährung der jungen Pflanze theilweise wieder verflüssigt und derselben zugeführt wird. Bei den Saamen mit centralem Albumen (beim sogenannten *embryo periphericus*) ist das Albumen aber ein Residuum des *Nucleus*, und der Raum, den in früheren Stadien der Embryosack einnimmt, wird beim reifen Saamen vollständig vom Embryo selbst ausgefüllt.



Digitized by Google

auch gerade bei dieser letzten Familie noch Vieles zu beobachten ist.

Endlich erklärt dieser Vorgang der Embryoentwickelung sehr leicht und natürlich das, obwohl doch nur höchst selten vorkommende, Knospenbilden an Blättern (mag ihnen dies nun immer eigen sein, oder als Abnormität zukommen), als ein blosses theilweises Zurücksinken auf eine niedere (kryptogamische) Bildungsstufe.

Zum Schluss dieser kurzen Darstellung muss ich mir noch einige Bemerkungen erlauben, theils um ungerechten Beurtheilungen zuvorzukommen, theils um ein richtiges Verständniss dieses Aufsatzes zu veranlassen.

Erstens bin ich weit entfernt, alle im Vorstehenden vorgetragenen Ansichten als meine eigenen neuen Entdeckungen in Anspruch nehmen zu wollen. Ich gönne gern Jedem das Seine und bin ohnehin nicht sehr versessen auf Priorität, da ich es für ehrenvoller halte, eine Ansicht durch unermüdete, oft langweilige Untersuchungen über das ganze Gebiet der Wissenschaft auszudehnen und unumstösslich zu begründen, als irgend etwas Neues aufzufinden, wobei oft ein glücklicher Zufall das Meiste thut. Auch war nicht Mangel an Kunde von dem, was vortreffliche Männer vor mir schon geleistet, sondern nur die enge Grenze des Aufsatzes der Grund, warum ich mich auf die historische Entwicklung jener Lehren fast gar nicht eingelassen habe. Diese, so wie die vollständige Ausführung der Untersuchungen selbst bleiben dem oben schon erwähnten Werke vorbehalten, von dem ich hier nur einen kleinen Theil der Resultate geben konnte und wollte.

Im Gegensatz dazu muss ich aber zweitens bemerken, dass alles Vorstehende auf eigenen Untersuchungen beruht und dass ich auch nicht den geringsten Nebenpunkt selbst auf die beste Auctorität hin angenommen habe, ohne selbst zuzusehen.

Endlich drittens muss ich noch erklären, dass alles Gesagte das Resultat wirklicher Beobachtung in der Natur ist, und nirgends der Speculation (unmittelbare Folgerungen im engsten logischen Sinne ausgenommen) auch nur der geringste

Digitized by Google

Antheil gebührt. Alles was etwa Neues von einiger Bedeutung vorkommt, lag schon vor Jahren klar vor mir, ich verschob aber mit Bedacht die Veröffentlichung, um meinen Untersuchungen durch möglichste Benutzung der reichen in Berlin mir eröffneten Mittel eine solche Ausdehnung zu geben, dass die Ergebnisse nicht als vereinzelte Thatsachen, sondern als Gesetze für den ganzen vegetabilischen Organismus begründet erscheinen möchten.

Es lag in der Natur der Sache, dass ich hier nur einige wenige Abbildungen geben konnte, um nothdürftig einige der wichtigsten Punkte meiner Untersuchungen zu erläutern, und ich will wünschen, dass ich durch diesen Mangel nur nicht allzuhäufig unverständlich geworden bin.

Als Beurtheiler wünsche ich nur solche Leute, die die Natur selbst als Richterin befragen, und keinen andern Zweck vor Augen haben, als die Wahrheit, das einzige würdige Motiv aller wissenschaftlichen Bestrebungen, welches auch mich allein bei allen meinen Forschungen geführt hat; sollte ich dadurch die Wissenschaft auch nur um ein Kleines gefördert haben, so würde ich mich unendlich glücklich schätzen.

*Si quid his rectius novisti, candidus imperti, si non, his utere mecum. —*

Nachtrag. Ich habe in Vorstehendem mich mehrfach auf *Lathraea squamaria* berufen und zwar vorzugsweise gern, weil ich manches gerade an dieser Pflanze besonders klar und deutlich gesehen. Nun finde ich so eben, dass *Unger* (Beiträge zur Kenntniss der parasitischen Pflanzen. Ann. d. Wiener Mus. Bd. II. S. 50.) dem Embryo der *Lathraea* die Kotyledonen und das Würzelchen abspricht, und man könnte mir leicht einwenden, dass eine solche Pflanze schlecht geeignet sey, gerade da als Beispiel aufgeführt zu werden, wo ich sie gebraucht. Ich muss aber gestehen, dass ich *Unger's* Ausspruch nicht begreife, da der Embryo von *Lathraea* so deutliche Kotyledonen hat, dass man sie schon mit einer 6 — 8 Mal vergrössernden Loupe, ein scharfes Auge aber selbst ohne alle Hülfe erkennen kann. Die Kotyledonen sind mindestens eben so lang,

Digitized by Google

als der übrige Theil des Embryo, wie es schon *Gärtner* abgebildet hat. Unmöglich kann ich mir denken, dass *Unger* den Embryo ganz übersehen und das allerdings sehr feste Albumen dafür genommen haben sollte. Uebrigens sind überhaupt die sogenannten Akotyledonen nicht etwa als ein dritter Gegensatz zu den Mono- und Dikotyledonen anzusehen und ist die Wichtigkeit dieses Merkmals nur sehr untergeordnet. Bei jeder Art von Pflanzen kann die Erscheinung vorkommen. Die Sache ist nämlich nur die, dass der Zeitpunkt der ruhenden Vegetation etwas früher eintritt, indem die Ausbildung des Embryo in der Frucht nur bis zu dem Punkte fortschreitet, wo er kugelförmig wird, die fernere Entwicklung aber ausser der Frucht stetig in die Keimung übergeht, wie dies bei der ganzen Familie der Orchideen der Fall ist.

S. 51 will *Unger* die Orobancheen zu den Labiaten gezogen wissen. Gerade der einzige Differenzialcharakter der Labiaten, der Bau des Fruchtknotens, geht aber den Orobancheen ab. Dagegen stimmen *Lathraea* (die beiläufig bemerkt, ebenfalls Spaltöffnungen hat) und *Orobanche* in allen Beziehungen mit Ausnahme des lediglich dem Standorte zuzuschreibenden Habitus so völlig mit den Scrophularinen überein, dass ich durchaus auch gar keinen haltbaren Grund finden kann, sie von jenen zu trennen. Es würde doch gewiss keinem Zoologen einfallen, ein Thier blos, weil es als Schmarozer lebt, von seiner natürlichen Familie zu trennen; warum will man es bei den Pflanzen anders halten?

---

## Erklärung der Kupfertafel.

Fig. 39. Blüthenknospe von *Taxus baccata* im Längsschnitt (*femina*)). *aa.* Blätter. *b.* Grundlage des zweiten Integuments, welches die Beere bildet. *c.* Erstes, inneres Integument. *d. Nucleus.* Bei dem *Ovulum* und den beiden innersten Blättern ist durch eine feine Linie der Verlauf der Oberhaut angedeutet, ebenso später in Fig. 42, 56, 60 und 61.

Digitized by Google

Fig. 40. Längsschnitt eines ganz jungen Pistills von *Salvia Clusii*. *a*. Carpellblatt. *b*. *Ovulum*. *c*. Styluscanal.

Fig. 41. Unteres Ende eines kürzlich befruchteten Eichens von *Mirabilis longiflora*, Längsschnitt. *a*. *Funiculus*. *b*. Rest des *Nucleus*. *c*. *Integumentum simplex*. *d*. Embryosack. *e*. Pollenschlauch, dessen Ende zum Embryo anschwillt. *f*. Abortirter Pollenschlauch.

Fig. 42. Junges *Ovulum* von *Polygonum orientale*, Längsschnitt. *a*. *Nucleus*. *b*. Wulst, aus welcher sich das *Integumentum internum* bildet. *c*. Anfang des *Integ. externum*.

Fig. 43. Sehr kleines Eichen von *Goodyera procera*. *a*. *Integum. extern*. *b*. *Integ. intern*. *c*. Rest des *Nucleus*. *d*. Embryosack.

Fig. 44 u. 45. Jugendliche Zustände des Embryos von *Potamogeton lucens*.

Fig. 46. Ein späteres Stadium für *Potamog. heterophyllus*. *a*. *Plumula*. *b*. *Kotyledon* noch ungeschlossen.

Fig. 47 — 49. Entwicklungsstufen des Embryos bei *Echium vulgare*. *a*. Embryosack. *b*. Embryo.

Fig. 50. Spitze des Embryosacks von *Phormium tenax* mit dem entstehenden Embryo. *a*. Embryosack. *b*. Pollenschlauch. *c*. Embryo.

Fig. 51 — 55. Bildung des Embryos bei *Oenothera crassipes*. *a*. Embryosack. *b*. Pollenschlauch. *c*. Embryo. *d*. Terminaltrieb (*punctum vegetationis Wolff*.). *e*. Kotyledonen.

Fig. 56. Weibliche Blüthe von *Pinus Abies* im Längsschnitt, aus einem etwa $\frac{1}{2}$'' langen Zapfen. *a*. Carpellblatt (spätere Bractee *R. Brown*). *b*. *placenta* (später offenes *Ovarium R. Brown*). *c*. *Nucleus*. *d*. Beginnendes *Integument* (*Cupula auct.*). *e*. Embryosack. Um diese Zeit ist das Carpellblatt schon grün, die *Placenta* aber aus wasserhellem saftigen Zellgewebe gebildet.

Fig. 57 — 61. Zur Bildungsgeschichte von *Statice atropurpurea*. Fig. 57. Innerer Theil einer ganz kleinen Knospe. *aa*. *Stamina*. *b*. Carpellblätter. Fig. 58. Etwas späterer Zustand. *a*. Vier noch getrennte Carpell-

Digitized by Google

blätter. *b*. Anfang der Eibildung. *c*. Stelle des fünften abgeschnittenen Carpellblattes. Fig. 59. Junges *Ovulum*, bei welchem die erste Anschwellung zur Bildung des innern Integuments schon angedeutet ist. Fig. 60. Späterer Zustand im Längsschnitt. Das innere Integument *a*. hat schon den ganzen *Nucleus b*. überzogen, das äussere Integument *c*. fängt kaum an sich zu zeigen. Fig. 61. Noch später *a*, *b*, *c* wie vor.

Fig. 62. *Ovulum* von *Lathraea squamaria* bald nach der Befruchtung im Längsschnitt. *a. Integumentum simplex*. *b*. Rest des *Nucleus* (*Membrana Nuclei R. Brown*). *c*. Embryosack schon mit Zellen angefüllt. *d*. Pollenschläuche. *e*. Embryo. *f*. Blinddarmähnliche Aussackungen des Embryosacks im Parenchyma des Eichens. *g*. *Funiculus*.

Fig. 63. Antherenzelle von *Pinus Abies*, vier pollenbildende Zellen umschliessend.

Fig. 64. Pollenbildende Zellen ebendaher nach Absorption der Mutterzelle. Man sieht in jeder ein Pollenkorn.

Fig. 65. Dieselben nach Einwirkung von Wasser. Zwei Pollenkörner sind noch im Austreten begriffen.

Fig. 66. Ausgetretenes Pollenkorn ebendaher.

Fig. 67. Zwei pollenbildende Zellen aus *Podostemon Ceratophyllum*.

Fig. 68. Pollen von *Podostemon Ceratophyllum* vom *Stigma* genommen mit einem Pollenschlauch.

Digitized by Google

# VI.

# Beiträge zur Phytogenesis.

Das allgemeine Grundgesetz der menschlichen Vernunft, das unabweisbare Streben derselben nach Einheit in ihren Erkenntnissen, hat sich, wie überall in der Wissenschaft, so auch von jeher im Gebiet der Organismen geltend gemacht, und vielfach hat man es sich angelegen seyn lassen, die Analogien für die beiden grossen Abtheilungen des Thier- und Pflanzenreichs festzustellen. — Aber so geistreiche Männer sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, so ist doch nicht zu leugnen, dass alle bis jetzt in dieser Hinsicht gemachten Versuche durchweg für misslungen zu erachten sind. Wenn nun zwar in neuerer Zeit dies Factum ziemlich allgemein anerkannt ist, so hat man doch den Grund dieser Erscheinung nicht immer ganz richtig aufgefasst und in seiner ganzen Schärfe und Klarheit ausgesprochen. Die Ursache liegt aber darin, dass der Begriff Individuum in dem Sinne, wie er in der animalischen Natur vorkommt, für die Pflanzenwelt durchaus keine Anwendung findet. Höchstens bei den allerniedrigsten Pflanzen, einigen Algen und Pilzen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen, kann man in diesem Sinne von einem Individuum reden. Jede nur etwas höher ausgebildete Pflanze ist aber ein Aggregat von völlig individualisirten in sich abgeschlossenen Einzelwesen, eben den Zellen selbst.

Jede Zelle führt nun ein zweifaches Leben: ein selbstständiges, nur ihrer eignen Entwicklung angehöriges, und ein

Digitized by Google

andres mittelbares, insofern sie integrirender Theil einer Pflanze geworden. Es ist aber leicht einzusehen, dass sowol für die Pflanzenphysiologie, als auch für die vergleichende Physiologie im Allgemeinen der Lebensprocess der einzelnen Zellen die allererste ganz unerlässliche Grundlage bilden muss, und daher zuerst ganz besonders die Frage aufgeworfen werden wird: wie entsteht denn eigentlich dieser eigenthümliche kleine Organismus, die Zelle?

Nur in dieser weitgreifenden Wichtigkeit des Gegenstandes sehe ich aber auch die Entschuldigung, dass ich es schon jetzt wage, die folgenden Bemerkungen zu veröffentlichen, indem ich nur zu sehr fühle, dass ihnen erst durch umfassendere Untersuchungen der eigentliche, wissenschaftliche Werth gegeben werden kann. Vielleicht aber gelingt es mir, durch diese Bemerkungen auf diesen so wichtigen Gegenstand aufmerksam zu machen.

Da uns aus dem Versuch, Vorgänge in der Natur hypothetisch zu erklären, durchaus kein reeller Fortschritt in der Erkenntniss erwächst, am wenigsten da, wo alle Bedingungen zur Aufstellung einer haltbaren Hypothese, nämlich leitende Thatsachen fehlen, so kann ich mir alle historische Einleitung in das Folgende sparen; denn so viel mir bekannt geworden, sind directe Beobachtungen über das Entstehen der Pflanzenzelle bis jetzt nicht vorhanden. — Dass *Sprengel's* angebliche Brutzellen solide Amylumkörner sind, ist längst nachgewiesen. Auf *Raspail's* Arbeit mich einzulassen, scheint mir mit der Würde der Wissenschaft unverträglich. Wer Lust dazu verspürt, mag sich an ihn selbst wenden.

Die einzige hierher gehörige, höchst ausgezeichnete Arbeit von *Mirbel* werde ich später berühren müssen, da er den Vorgang der Zellenbildung selbst auch nicht näher angiebt. — Zu bedauern ist, dass *Meyen*, der vielleicht umfassender, als irgend Jemand bis jetzt, die Pflanzenanatomie bearbeitet hat, sich fast nur an die Untersuchung der entwickelten Formen hält, den Bildungsprocess selbst aber noch nicht eben so sehr in das Gebiet seiner Forschungen gezogen hat. — Ich habe noch manche Zweifel, deren Lösung ich in seiner Physiologie zu finden hoffte, aber nicht fand.

Digitized by Google

*Robert Brown* war es, der mit seinem auf Alles achtenden Naturgenie zuerst die Wichtigkeit einer Erscheinung auffasste, die, obwohl schon früher von Einigen gesehen, doch völlig unbeachtet geblieben war. Er fand nämlich zuerst bei den Orchideen in einem grossen Theile ihrer Zellen, namentlich in der Oberhaut einen opaken Fleck, von ihm Areola oder Zellenkern (*nucleus of the cell*) genannnt. Später verfolgte er diese Erscheinung in den früheren Zuständen der Pollenzellen, im jungen Ovulum, im Stigmagewebe, nicht blos bei Orchideen, sondern auch bei vielen anderen Monokotyledonen und selbst bei einigen Dikotyledonen.

Da mir nun bei meinen umfassenden Untersuchungen über die Entwickelung des Embryos das constante Vorhandenseyn dieser Areola in den Zellen des ganz jungen Embryos und des neuentstandenen Albumen auffallen musste, so entsprang aus der Erwägung der verschiedenen Arten des Vorkommens sehr natürlich der Gedanke, dass dieser Zellenkern in einer nähern Beziehung zur Entstehung der Zelle selbst stehen müsste. In Folge dessen richtete ich meine besondere Aufmerksamkeit auf diesen Punkt, und war so glücklich, meine Bemühungen mit Erfolg gekrönt zu sehen.

Ehe ich aber an die Mittheilung dieser Beobachtungen gehe, muss ich erst etwas ausführlicher den Zellenkern beschreiben. Da es sich von einem durchaus eigenthümlichen, und wie es mir scheint, ganz allgemeinen Elementarorgan der Pflanzen handelt, so glaube ich es nicht entschuldigen zu müssen, dass ich diesem Körper einen bestimmten Namen beilege, indem ich ihn in Bezug auf seine später zu entwickelnde Function Cytoblastus (κυτος, βλαστος) nenne.

Dieses Gebilde variirt in seinen Umrissen zwischen dem ovalen und kreisrunden, so wie es seiner Körperlichkeit nach von der Linsenform zur völligen Kugel überzugehen scheint. — Die ovalen und flachen fand ich häufiger bei Monokotyledonen, im Albumen und Pollen, die kugligen häufiger bei den Dikotyledonen und in Blatt, Stengel, gegliederten Haaren und ähnlichen Gebilden, ohne dass jedoch eine ausschliessliche Regel darüber aufzustellen ist.

Digitized by Google

Die Farbe des Cytoblasten ist meist gelblich, doch auch fast in's Silberweisse übergehend. Am durchsichtigsten beobachtete ich ihn im Albumen einiger Wasserpflanzen, beim unreifen Pollen, bei einigen Orchideen, doch auch in den Blattrudimenten von *Crassula Portulaca*. Kaum zu unterscheiden wegen seiner ausnehmenden Durchsichtigkeit ist er in den Sporen einiger Helvelloiden. Durch Iod wird er je nach seiner verschiedenen Modification von Blassgelb bis in's dunkelste Braun gefärbt.

Seine Grösse variirt bedeutend. Am grössten ist er im Allgemeinen bei Monokotyledonen, im Albumen, am kleinsten bei den Dikotyledonen, im Blatt, Stengel und deren Metamorphosen. Die grössten, die ich gesehen, hatten 0,0022 P. Z. im Durchmesser (bei *Fritillaria pyrenaica*); die kleinsten im Embryonalende des Pollenschlauchs von *Linum pallescens* von 0,00009 bis 0,0001 P. Z. Im Albumen von *Abies excelsa* fand ich sie im Durchschnitt vieler Messungen der scheinbar gleich grossen von 0,00034—0,00059—0,00079 P. Z. In den jungen Blättern von *Crassula portulaca* = 0,0003 P. Z. und im Albumen von *Pimelea drupacea* = 0,00095 — 0,001055. Doch ist auf diese Messungen im Ganzen wenig zu geben, da sie wachsen und abnehmen, und man nicht bestimmen kann, in welcher Lebensperiode sich der Cytoblast befindet. —

Seine innere Structur ist meist granulös, ohne dass sich jedoch die Körner, aus denen er besteht, scharf von einander abgrenzten. Seine Consistenz ist sehr verschieden, von der Weichheit, dass er sich im Wasser fast auflöst, bis zur Festigkeit, dass er selbst starken Druck des Pressschiebers erträgt, ohne seine Form einzubüssen. — Je näher seiner Entstehung, desto weicher ist er, ebenfalls da, wo seine Existenz nur vorübergehend ist. Dichter und schärfer umgrenzt ist er da, wo er als stehenbleibendes Gewebe den ganzen Lebensprocess der Pflanze mit durchmacht, wie bei den Orchideen.

Diese Eigenthümlichkeiten sind mehr oder minder ausführlich schon bei *Rob. Brown (Organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae.* London 1833. p. 710) und neuerdings bei *Meyen* (Physiologie etc. Bd. I. S. 207)

Digitized by Google

besprochen worden. Beiden so scharfsichtigen Beobachtern ist aber eine Erscheinung entgangen, die ich gleichwohl zu den wesentlichsten zählen möchte. — Bei sehr grossen, schön ausgebildeten Cytoblasten, z. B. im neuentstehenden Albumen von *Phormium tenax* und *Chamaedorea schiedeana* (S. Fig. 73) beobachtet man nämlich, ob im Innern oder auf seiner Fläche eingesenkt, ist mir noch nicht deutlich, einen kleinen, sich scharf abgrenzenden Körper, der nach dem Schatten zu urtheilen, einen dicken Ring oder ein dickwandiges hohles Kügelchen darzustellen scheint. Bei minder gut ausgebildeten bemerkt man nur den äussern scharfen Kreis dieses Ringes und in dessen Mitte einen dunkeln Punkt, z. B. bei dem Stipes des Embryo von *Limnanthes Douglasii*, *Orchis latifolia* (Fig. 89), *Pimelea drupacea* (Fig. 82, 83). Bei noch kleineren Cytoblasten erscheint er nur als ein scharf umschriebener Fleck; dies ist der häufigste Fall z. B. im Pollen von *Richardia aethiopica*, im jungen Embryo von *Linum pallescens*, fast bei allen Orchideen (Fig. 84). Oder endlich man bemerkt nur noch einen auffallenden kleinen dunkeln Punkt. Bei den allerkleinsten und vergänglichsten Cytoblasten (z. B. in den Blättern der Dikotyledonen) habe ich ihn bis jetzt noch nicht entdecken können. In sehr seltenen Fällen habe ich auch wohl ausnahmsweise und immer nur da, wo die Mehrzahl den einfachen Kern zeigte, auch zwei gefunden, z. B. bei *Chamaedorea schiedeana* (Fig. 74, 75), *Secale cereale*, *Pimelea drupacea* (Fig. 82), (bei beiden letzteren fand ich einige Male sogar drei), (Fig. 83). Aus meinen Beobachtungen an allen Pflanzen, die eine vollständige Verfolgung des ganzen Bildungsprocesses erlaubten, geht hervor, dass dieser kleine Körper selbst früher sich bildet, als der Cytoblast (Fig. 69 und 70), und ich möchte fast die Vermuthung aufstellen, dass er dem von *Fritsche* im Stärkemehl nachgewiesenen Kerne nicht ganz fremd, vielleicht sogar mit ihm identisch ist*). Die Grösse dieses Körperchens variirt ebenfalls bedeutend, von der Ausdehnung des halben Durchmessers des Cytoblasten, bis zum winzigsten Pünktchen, dessen Dicke unmess-

*) Diese Vermuthung ist nach genauern Untersuchungen der Structur des Stärkemehlkorns völlig unhaltbar.

Digitized by Google

bar war, weil sie vom Durchmesser des Fadens im Diaphragma des Mikroskops noch viel übertroffen wurde. Im Albumen von *Abies excelsa* fand ich dasselbe nach durchschnittlicher Bestimmung von 0,000045—0,000095 P. Z., bei *Pimelea drupacea* von 0,00029—0,0003. P. Z. Bald erscheint er dunkler, bald heller, als die übrige Masse des Cytoblasten. Meist ist er consistenter, als letzterer, und bleibt noch scharf umgrenzt, wenn dieser sich durch Druck zu formlosem Schleim verändert, z. B. bei *Pimelea drupacea*.

Ein zweiter Punkt, über den ich noch einige Worte sagen muss, um mich im Folgenden kürzer ausdrücken zu können, ohne unverständlich zu werden, betrifft die verschiedenen unorganischen Stoffe, die beim Lebensprocesse der Pflanze auftreten und der Reihe des Stärkemehls und der Holzfaser angehören. — Ich mache durchaus keinen Anspruch darauf, hier vollständig alle chemisch differenten Stoffe aufzählen zu wollen, so wenig wie ich verlange, dass die Chemiker alle meine Benennungen und Charakteristiken gut heissen und richtig finden sollen (Vollständigkeit wäre hier ohnehin eine zur Zeit noch unlösbare Aufgabe); nur die wichtigsten Modificationen, ihre Folge und Bedeutung im Entwicklungsgange der vegetabilischen Organisation will ich nur kurz berühren, um mir nachher Wiederholungen zu sparen.

Das Stärkemehl scheint in der Pflanze fast die Stelle des thierischen Fettes zu vertreten. Es ist überflüssiger Nahrungsstoff, der zu künftigem Gebrauche abgelagert wird, und man findet es daher allgemein an Orten, wo nach kurzer Ruhe ein neuer Bildungsprocess beginnen soll, oder wo ein zu üppiges Leben ein Uebermaass von Nahrungsstoff erzeugt hat. In neuerer Zeit ist es so gründlich bearbeitet, dass ich nicht nöthig habe, specieller darauf einzugehen, sondern nur auf die neueste und zweckmässigste Zusammenstellung der Resultate in *Meyen's* Physiologie Bd. I. S. 190 fg. verweise.

Nicht allzuhäufig wird die Stärke von einem andern halbgranulirten Stoffe vertreten, z. B. im Pollen, im Albumen einiger Pflanzen, und häufig in den Blattzellen als Träger des Chlorophylls. — Er unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, dass

Digitized by Google

er in regellosen, körnigen Formen ohne innere Structur auftritt und durch *Tra. Iodin.* braungelb, oder braun gefärbt wird. Dieser Stoff, den ich Schleim nennen will, ist wohl mit dem, woraus die Cytoblasten bestehen und den gleich anzuführenden kleinen Körnchen im Gummi identisch; das erste hat schon *Meyen* Physiol. Bd. I. S. 208 als sehr wahrscheinlich angemerkt.

Wenn das Stärkemehl nun aber zu neuen Bildungen verwandt werden soll, so löst es sich auf eine der Chemie noch gänzlich fremde Weise zu Zucker, oder zu Gummi auf, indem bald dieses in jenen, bald umgekehrt überzugehen scheint. Der Zucker zeigt sich als völlig durchsichtige Flüssigkeit, die fast wasserhell erscheint, wird von Alkohol nicht getrübt, und nimmt von der Iodtinctur nur die Färbung an, die der grössern oder geringern Diluirung des Reagens entspricht.

Das Gummi erscheint als etwas gelbliche, consistentere, minder durchsichtige Flüssigkeit, die durch *Tra. Iodin.* mit blassgelber constanter Farbe granulös coagulirt.

Bei ferner fortschreitender Organisation, wo jedesmal das Gummi die letzte, unmittelbar vorhergehende Flüssigkeit ist, zeigen sich in demselben eine Menge unendlich feiner Körnchen, die meist wegen ihrer Kleinheit nur als schwarze Punkte erscheinen. — Die Flüssigkeit scheint dann von dem Iod ein etwas dunkleres Gelb anzunehmen. Die Körnchen aber, wenn sie gross genug sind, um ihre Farbe erkennen zu können, werden dabei dunkel braungelb.

Diese Masse ist es jedesmal, in der die Organisation vor sich geht, und die jüngsten Gebilde bestehen aus dem zunächst wieder unterscheidbaren wasserhellen Stoffe, der beim Druck eine homogene farblose Masse darstellt; wenn er angetrocknet war, vom Wasser durchdrungen wird und anschwillt; der von der *Tra. Iod.* gar nicht verändert und nicht einmal von ihr durchdrungen wird, sondern beim Druck nach wie vor wasserhell erscheint, und so vollständig durchsichtig ist, dass er ohne gefärbte oder undurchsichtige Umgebung gar nicht gesehen werden kann. Dieser Stoff kommt häufig in den Pflanzen vor (z. B. in grosser Menge neben wenigem Stärkemehl in den Orchis-

Digitized by Google

knollen in eigenthümlichen grossen Zellen), ich werde ihn der Kürze halber Pflanzengallerte nennen, und ich bin geneigt, das Pectin, die Grundlage des Traganthgummi und viele der unter Pflanzenschleim gewöhnlich aufgezählten Stoffe, als blosse geringe Modificationen hierher zu rechnen.

Diese Gallerte ist es, die sich durch neue chemische Umänderungen endlich in die wirkliche Zellenmembran, oder ihre Verdickungsbildungen, in den vegetabilischen Faserstoff verwandelt.

Ich gehe jetzt zur Sache selbst über. Zwei Stellen in der Pflanze sind es, wo sich am leichtesten und sichersten die Bildung neuer Organisation beobachten lässt, weil es durch eine einfache Membran abgeschlossene Höhlungen sind, nämlich in der grossen Zelle, welche später das Albumen des Saamens enthält, im Embryosacke, und in dem Ende des Pollenschlauchs, aus welchem sich der Embryo selbst entwickelt. Beide unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, dass der Embryosack ursprünglich nie Stärkemehl enthält, sondern wohl meist Zuckerlösung, woher der süsse Geschmack der unreifen Hülsenfrüchte und Cerealien stammt, oder Gummi.

Der Pollen dagegen enthält immer Stärkemehl, oder den oben erwähnten, dasselbe vertretenden körnigen Schleim, als wesentlichen Bestandtheil. Die sogenannten vegetabilischen Spermatozoen werden sich wohl bei genauerer Untersuchung meistens auf einen dieser Stoffe reduciren lassen. — Diese Stoffe werden aber bald aufgelöst und gehen in Zucker oder Gummi über; beides zuweilen schon, noch ehe das Pollenkorn angefangen hat, auf dem Stigma Schläuche zu treiben, oft erst allmälig beim Herabsteigen des Pollenschlauchs durch den Stylus bis zum Ovulum, so dass selbst in einigen Fällen noch unveränderte Stärke im Embryonalende gefunden wird.

An beiden genannten Orten entstehen nun im Gummi sehr bald die oben erwähnten kleinen Schleimkörnchen, wodurch die bis dahin homogene Gummilösung sich trübt, oder bei grösserer Menge von Granulis selbst opak wird. Darauf zeigen sich in dieser Masse einzelne, grössere, schärfer gezeichnete Kernchen (Fig. 70 oben), und bald nachher treten auch die Cyto-

Digitized by Google

blasten auf (Fig. 70, unten), die, gleichsam als granulöse Coagulation, um jene Kernchen erscheinen. — Die Cytoblasten wachsen aber in diesem freien Zustande noch bedeutend, und ich beobachtete z. B. bei *Fritillaria pyrenaica* eine allmälige Ausdehnung von 0,00084 auf 0,001 P. Z.

Sobald die Cytoblasten ihre völlige Grösse erreicht haben, erhebt sich auf ihnen ein feines, durchsichtiges Bläschen, dies ist die junge Zelle, die anfangs ein sehr flaches Kugelsegment darstellt, dessen plane Seite vom Cytoblasten, dessen convexe Seite von der jungen Zelle gebildet wird, die auf ihm etwa wie ein Uhrglas auf einer Uhr aufsitzt. In ihrem natürlichen Medium erkennt man sie fast nur daran, dass der Raum, der zwischen ihrer Convexität und dem Cytoblasten befindlich, wasserhell und durchsichtig, und wahrscheinlich mit einer wässrigen Flüssigkeit erfüllt und von den an ihrem Umfange gehäuften, durch ihre Ausdehnung zurückgedrängten Schleimkörnchen begränzt ist (wie ich es in Fig. 72, 73 und 74 darzustellen versucht habe). Isolirt man diese jungen Zellen aber, so kann man durch Schütteln des Objectträgers die Schleimkörnchen meist rein abspülen. — Lange kann man sie indess nicht beobachten, denn sie lösen sich in destillirtem Wasser nach einigen Minuten völlig auf und lassen nur den Cytoblasten zurück. — Allmählig dehnt sich aber das Bläschen mehr aus und wird consistenter (Fig. 69. *b*), und die Wandung besteht nun, mit Ausnahme des Cytoblasten, der stets einen Theil der Wand bildet, aus Gallerte. Nach und nach wächst nun die ganze Zelle über den Rand des Cytoblasten hinaus, und wird rasch so gross, dass endlich der letztere nur als ein kleiner in einer der Seitenwände eingeschlossener Körper erscheint. Dabei zeigt die junge Zelle oft höchst unregelmässige Aussackungen (Fig. 69. *c*.) als Beweis, dass die Ausdehnung keineswegs gleichförmig von einem Punkt aus wirkt. Erst bei weiter fortschreitendem Wachsthum der Zelle und offenbar bedingt durch den Druck der nebeneinanderliegenden wird die Gestalt regelmässiger und geht dabei auch häufig in die von *Kieser* so schön *a priori* bestimmte Form des Rhombendodecaeders über. (Vergl. Fig. 69. von *b*—*c*. und Fig. 76.) Noch immer findet man den Cytoblasten in der Zellenwandung eingeschlossen, an welcher Stelle er den ganzen



Digitized by Google

Lebensprocess der von ihm gebildeten Zelle mit durchmacht, wenn er nicht bei Zellen, die zu höherer Entwickelung bestimmt sind, entweder an seinem Ort, oder, nachdem er gleichsam als unnützes Glied abgestossen ist, in der Höhlung der Zelle aufgelöst und resorbirt wird. — Erst nach seiner Resorption fängt, so weit ich beobachten konnte, die Bildung secundärer Ablagerungen auf die innere Fläche der Zellenwand an (Fig. 77).

Im Allgemeinen ist es selten, dass der Cytoblast den ganzen Lebensprocess der Zelle, die er gezeugt, mit durchmacht, indess ist es:

1) charakteristisch für die Familie der Orchideen und Cacteen, dass bei ihnen ein Theil ihres Zellgewebes während ihrer ganzen Lebensperiode auf einer niedern Entwickelungsstufe stehen bleibt;

2) an verschiedenen Pflanzen kommt es vor, dass dasjenige Zellgewebe, welches nur eine vorübergehende Bedeutung hat, auch sich nicht vollständig ausbildet, sondern den Cytoblasten behält, und später mit ihm zugleich resorbirt wird. Doch habe ich auch bemerkt, dass letzterer dabei in der mittlern Periode seiner Existenz sehr an Deutlichkeit und Schärfe verlor und erst wieder recht hervortrat, wenn die Resorption begann, z. B. am Nucleus des Ovuli von *Abies excelsa*, *Tulipa sylvestris* und *Daphne alpina*. — Unbegreiflich ist es, wie einige Physiologen die Resorption bei den Pflanzen haben läugnen können, da sogar recht bedeutende Partien von Zellgewebe, z. B. eben der Nucleus des Eichens, vollständig wieder verflüssigt und in die allgemeine Säftemasse aufgenommen werden. Freilich findet das wohl nur so lange statt, als die Zelle noch aus der einfachen, ursprünglichen Membran besteht und in ihrer individuellen Entwickelung noch nicht so weit fortgeschritten ist, dass ihre Wand durch secundäre Ablagerungen verdickt wurde.

3) In einigen seltenen Fällen bleiben in den Pollenkörnern die Cytoblasten ebenfalls persistent, so z. B. bei einigen, vielleicht bei allen Abietineen. Bei *Larix europaea* ist der linsenförmige Cytoblast schon von *Fritsche* bemerkt, aber nicht seinem Wesen nach erkannt worden.

4) Viele Haare endlich, besonders gegliederte und solche die in ihren Zellen Saftbewegungen zeigen, behalten den Cyto-

Digitized by Google

blasten (cf. Fig. 93.). Auffallend ist dabei und ein Beweis, in wie naher Beziehung der Cytoblast zur ganzen Lebensthätigkeit der Zelle steht, dass die kleinen, oft die ganze Wand netzartig bedeckenden Strömchen stets von ihm ausgehen und zu ihm zurückkehren und dass er in *statu integro* niemals ausserhalb der Strömchen liegt (Fig. 93.).

Die so eben vorgetragene Entwicklung der Zellen beobachtete ich in ihrem ganzen Verlauf im Albumen von *Chamaedorea schiedeana*, *Phormium tenax*, *Fritillaria pyrenaica*, *Tulipa sylvestris*, *Elymus arenarius*, *Secale cereale*, *Leucoji spec.*, *Abies excelsa*, *Larix europaea*, *Euphorbia pallida*, *Ricinus leucocarpa*, *Momordica elaterium* und im Embryonalende des Pollenschlauchs von *Linum pallescens*, *Oenothera crassipes* und einer Menge andrer Pflanzen. — Erst im Sommer 1837, nachdem dieser Aufsatz geschrieben war, beschäftigte ich mich mit der Untersuchung der Leguminosen und fand zu meinem Erstaunen, dass in diesen, unzählige Male untersuchten, überall als Beispiele für die Entwickelungsgeschichte benutzten Pflanzen, sich dieser allen Beobachtern entgangene Process gerade am schönsten und leichtesten beobachten lasse. — Aber freilich hatte man die süsse, im Embryosack enthaltene Flüssigkeit einer Untersuchung nicht werth gehalten.

Ohne gerade den ganzen Gang der Zellenbildung vollständig zu verfolgen, fand ich die Zellenkerne vor Auftreten der Zellen lose in der Flüssigkeit schwimmend bei sehr vielen Pflanzen. Endlich von neuentstandenem Zellgewebe ist mir, das Cambium ausgenommen, auch nicht ein einziges Beispiel vorgekommen, in welchem die Cytoblasten gefehlt hätten. — Ich glaube daher mit Recht annehmen zu können, dass der oben geschilderte Vorgang allgemeines Bildungsgesetz für das vegetabilische Zellgewebe bei Phanerogamen sey. —

Bei Kryptogamen sind meine Beobachtungen viel beschränkter; doch fand ich die Cytoblasten in den Sporen der Helvelloiden, wo sie jedoch wegen ihrer grossen Durchsichtigkeit nur bei sehr starker Vergrösserung und bedeutender Verdunklung des Sehfeldes wahrzunehmen sind. In den grossen gelblichen Zellen im Innern der sog. Anthere bei *Chara vulgaris*



Digitized by Google

bemerkte ich dieselben. In den Sporen der *Marchantia polymorpha* endlich beobachtete ich ihre Entwicklung zu Zellen, von denen eine, die ursprüngliche Sporenwand vor sich herschiebend, die lange haarförmige Wurzel bildet (Fig. 86—88.).

Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass der Cytoblast nie frei im Innern der Zelle liegen kann, sondern immer in der Zellenwand eingeschlossen ist und zwar, wie sich aus Beobachtung solcher ergiebt, die wegen der Grösse diese schwierigen Untersuchungen gestatten, in der Art, dass die Wandung der Zelle sich in zwei Laminas spaltet, von denen die eine nach aussen, die andere nach innen über den Cytoblasten weggeht. Die an der innern Seite ist aber gewöhnlich die zartere und meist nur gallertartige, wird auch mit dem Cytoblasten zugleich resorbirt (cf. Fig. 76, 84, 89.). Beim Schnitt werden sie aber zuweilen losgerissen und über das Object zerstreut, wodurch man verführt werden kann, sie für frei liegend zu halten. — Auch werden sie wohl später bei beginnender Resorption aus ihrer Verbindung mit der Zellenwand befreit, und dann mag ein leichter Anstoss genügen, sie von der Stelle zu rücken. In ihrer Nähe ist die Zellenwandung oft bedeutend verdickt, besonders da wo sie mehr kuglig sind, z. B. in dem zellig gewordenen Pollenschlauch bei den Orchisarten (Fig. 84 und 88.).

*Meyen*, der überall zu Rathe zu ziehen ist, wo es sich um anatomische Gegenstände handelt, hat in seiner Physiologie Bd. I. S. 45 fg., auf scharfsinnige Weise seine schönen Beobachtungen über Structurverhältnisse bei ausgebildeten Zellen benutzend, die Ansicht zu begründen gesucht, dass sich die Zelle aus eng an einander liegenden Spiralfibern bilde. Meine directe, leicht von jedem zu wiederholende Beobachtung ergiebt freilich eine ganz andere Bildungsweise, indess muss ich doch die von *Meyen* angegebenen Thatsachen hier mit meiner Entdeckung in Einklang bringen, um nicht einen anscheinenden Widerspruch unaufgelöst bestehen zu lassen.

*Meyen* selbst bemerkt mit Recht bei Gelegenheit derjenigen Spiralröhren, deren sehr schmale Fibern eng auf einander liegen, dass sich eine umhüllende Membran zwar nicht beob-

Digitized by Google

achten lasse, daraus aber noch keineswegs auf ihre Abwesenheit geschlossen werden dürfe. — Wenn nämlich die wohl in den allermeisten, vielleicht allen Fällen in Spirallinien sich bildenden Verdickungen der Zellenwände, da, wo sie früh auftreten, wenn noch die ursprüngliche Zellenwand selbst in *Statu nascenti* und weich ist, sich mit dieser fest verbinden und zugleich die einzelnen Windungen der Spiralfiber völlig eng an einander liegen, so dass kein für unsere jetzigen Mikroskope sichtbar zu machender Zwischenraum zwischen ihnen bleibt, so muss natürlich auch beim Zerreissen der ganzen Membran (dem sogenannten Abrollen der Spiralgefässe) der Riss derselben nach den Windungen der Fiber so scharf werden, dass unsre Instrumente unmöglich die Unebenheiten nachweisen können. — Zugleich ist wohl in's Auge zu fassen, dass die ursprüngliche Zellenmembran, besonders bei langen Haarzellen, oft eine so grosse Ausdehnung erleidet, dass sie zuletzt unendlich fein werden muss, so, dass auch die dünnste und scheinbar einfachste Zellenwandung noch die Möglichkeit der Zusammensetzung aus der ursprünglichen Membran und der secundären Ablagerung nicht ausschliesst. — Gehen wir nun von den Spiralzellen und Gefässen aus, deren weit von einander abstehende Windungen keinen Zweifel an der Existenz einer äussern umschliessenden Membran zulassen, und verfolgen wir das Vorhandenseyn dieser Membran durch alle Formen der immer näher zusammenrückenden Windungen der Fiber, bis nur die Schwäche der optischen Mittel eine fernere directe Beobachtung unmöglich macht, so fordert schon das Gesetz einer gesunden Analogie auch hier das Daseyn einer solchen Membran anzunehmen. Es giebt aber noch einen directeren Weg des Beweises, nämlich die Beobachtung der Entwickelungsgeschichte. —

Es ist ein ganz unbedingtes Gesetz, dass jede Zelle (mit vorläufiger Beseitigung des Cambiums) als ganz kleines Bläschen auftritt, und erst allmälig zu der Grösse sich ausdehnt, die sie im ausgebildeten Zustande zeigt; es ist ferner das constante Ergebniss einer ausgebreiteten Untersuchung dieses Bildungsprocesses, dass nie eine Zelle eine Spur einer spiraligen

Digitized by Google

Bildung manifestirt, sey es durch den Anblick, sey es durch Zerreissung, ehe sie nicht völlig ausgewachsen ist, d. h. den Cytoblasten resorbirt hat. — Bei allen Spiralzellen, namentlich, wo diese getrennte Fasern zeigen, findet man die ausgewachsenen Zellen anfänglich in ihrer Wandung noch völlig einfach. So z. B. beobachtete ich dies bei allen Luftwurzeln, in deren äusserer pergamentartigen Schicht*) *Meyen* die Spiralfibern entdeckte, namentlich bei *Oncidium altissimum*, *Acropera Loddigesii*, *Brassavola cordata*, *Cyrtopodium speciosum*, *Aerides odorata*, *Epidendron elongatum*, *Cattleya Forbesii*, *Colax Harrisonii* und *Pothos crassinervia*. — Noch deutlicher ist dies in der wirklichen Rindenschicht dieser Luftwurzeln, wo ich bei *Colax*, *Cyrtopodium* und *Acropera* die viel schöner ausgebildeten, viel breiteren Spiralfasern entdeckte. In ganz jungen Luftwurzeln findet man keine Spur von ihnen und ihre Bildung gehört bestimmt einem Verholzungsprocess an.

Ferner überzeugt man sich ebenfalls von dem erst späten Auftreten der Spiralfibern im Pericarpium der Casuarinen, dessen Zellen vor, oder kurz nach der Befruchtung auch keine Spur von spiraliger Bildung zeigen. *Meyen* hat diese Faserzellen in den Umhüllungen vieler Saamen in seiner Physiologie etwas stiefväterlich behandelt, was um so mehr zu bedauern ist, da diese interessanten, zum Theil höchst niedlichen Bildungen, manchen Aufschluss über die Physiologie des Zellenlebens versprechen, besonders, wenn man Gelegenheit haben wird, die individuelle Entwickelung mehrerer von ihnen genauer zu

*) *Meyen* nannte in seiner Phytotomie, S. 163, dies eine äussere Rindenschicht, die auf der eigentlichen Epidermis der Luftwurzeln liege. In neueren Zeiten sind über die Richtigkeit dieser Ansicht einige Zweifel erhoben worden. Sie lässt sich aber ziemlich unumstösslich beweisen, da die von *Meyen* Epidermis genannte Zellenlage wirkliche Spaltöffnungen besitzt, die freilich meist eben, weil sie bedeckt sind, nur rudimentair auftreten, oft einen obwohl nur scheinbar abweichenden, complicirteren Bau zeigen, z. B. *Aerides odorata*, oft aber auch ganz alltäglich erscheinen, z. B. *Pothos crassinervia*. Uebrigens hat nicht *Dutrochet*, wie es aus *Meyen's* Physiolgie S. 48 scheinen möchte, sondern *Link* zuerst auf diese Schicht aufmerksam gemacht.

Digitized by Google

beobachten. Es sey mir vergönnt, hier einige wenige Bemerkungen darüber mitzutheilen.

Ihr Vorkommen ist verbreiteter, als man gewöhnlich glaubt. In den Haaren des Pericarpii kommen sie bei einigen Compositis vor, wo sie von *Lessing* in *Perdicium taraxaci* und *Senecio flaccidus*, von mir in *Trichocline humilis* und *heterophylla* gefunden wurden.

In der Epidermis des Pericarpii treten sie auf bei vielen Labiaten, so bei *Ziziphora*, *Ocymum*, bei den meisten Salvien, z. B. *limbata*, *hispanica*, *Spielmanni etc.*, endlich bei *Horminum pyrenaicum*. Bei allen diesen kannte sie mein Onkel *Horkel* schon seit vielen Jahren, nur bei *Salvia verbenacea* ist ihr Vorkommen von *Baxter* bemerkt und bekannt gemacht. Ich selbst kann noch *Dracocephalum moldavica* hinzufügen.

Im Parenchym des Pericarpii entdeckte sie *R. Brown* bei den Casuarinen, und ich in dem schwammig aufgetriebenen Zellgewebe bei *Picridium vulgare*, wo sie meist netzartig auftreten und einen höchst reizenden Anblick gewähren.

In der Epidermis des Saamens selbst hatte sie *Horkel* bei den Polemoniaceen ebenfalls lange entdeckt, ehe *Lindley* ihr Daseyn bei *Collomia linearis* bekannt machte. Sie finden sich bei *Collomia*, *Gilia*, *Ipomopsis*, *Polemonium*, *Cantua*, *Caldasia* und vielleicht in der ganzen Familie mit Ausnahme von *Phlox*, an welches Genus sich *Leptosiphon*, wo sie zuerst angedeutet sind, anschliesst. Ferner hatte sie *Horkel* an den Saamen von *Hydrocharis*, wo sie in höchster Entwickelung auftreten, lange vorher studirt, ehe *Nees von Esenbeck* dies Factum publicirte. *Rob. Brown* erwähnt ihrer bei den Orchideen, welche Angabe ich für die meisten unsrer einheimischen Orchisarten bstätigt finde. Sehr schöne Spiralfaserzellen entdeckte ich ferner in der Saamenepidermis von *Momordica elaterium* und eine sehr zierlich netzartige Faserbildung bei *Linaria vulgaris*, *Datura Stramonium*, bei Salvien und vielen anderen Labiaten; wahrscheinlich ist es der ganzen Familie eigen. —

Endlich im Parenchyma der Saamenintegumente treten sie nach *Horkel's* Entdeckung noch bei *Cassyta* und *Punica* auf.

Mag man diese Bildungen nun in der individuellen Entwickelung an einer einzelnen Species, oder in ihrer immer

Digitized by Google

vollkommnern Erscheinung bei einer Reihe verwandter Arten studiren, so findet man auf beiden Wegen einige höchst interessante allgemeine Resultate. Das allgemeine ganz unbedingte Factum, was sich zuerst herausstellt, ist, dass die Fasern nie frei sich bilden, sondern im Innern von Zellen, und dass die Wände dieser Zellen in der Jugend einfach und meist sehr zart sind. — Herrn *Corda's* Angabe von Spiralzellen ohne umschliessende Membran (Ueber Spiralfaserzellen u. s. w. S. 7 und 8) beruht nur auf mangelhafter Beobachtung.

Gewöhnlich sind jene Zellen anfangs mit Stärkemehl erfüllt, selten mit Schleim oder Gummi. In letzteres geht die Stärke allemal mit fortschreitender Entwickelung über. Dieses verwandelt sich, und zwar, wie es scheint, allmählig von aussen nach innen, in Gallerte. — Diese Gallerte endlich geht an ihrer äussern Fläche, einer Spirallinie, deren Windungen bald enger, bald weiter sind, folgend, in vegetabilischen Faserstoff über. — Betrachtet man diese Formen in ihrer verschiedenen Entwickelung und ihren verschiedenen Zuständen, so drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, dass die spiralige Bildung Folge einer spiraligen Flüssigkeitbewegung an den Zellenwänden zwischen diesen und der centralen Gallerte ist. Auch hat *Horkel* einmal wirklich die Fortbewegung kleiner Kügelchen zwischen den Windungen der sich bildenden Fiber bei *Hydrocharis* beobachtet.

Das sehr verschiedenartige Auftreten der Fasern scheint hauptsächlich von der Zeit ihrer Entstehung und von Modificationen in der chemischen Umwandlung des Bildungsstoffes abzuhängen. Auf dem ersten Umstande beruht es wohl allein, ob die Spiralfaser frei in der Zelle liegt, wenn sie sich sehr spät bildet, oder ob sie mit der Membran der Zelle verwachsen ist, wenn ihre Entstehung nämlich in einen Zeitpunkt fällt, wo die Zellenmembran selbst noch sehr weich, gallertartig ist, und sich daher mit der ebenfalls noch gallertartigen Faser zusammen leimen kann*). Dies ist der Fall bei *Casuarina*,

*) Diese Ansicht erleidet nach spätern Untersuchungen bedeutende Modificationen. Vergl. den Aufsatz über die Spiralbildungen in der Pflanzenzelle.

*Cassytha*, *Hydrocharis*, *Trichocline*, *Orchis etc.*, meist ist aber die Zellenwandung schon zu weit ausgebildet, um sich noch mit der Faser zu vereinigen, und dann liegt sie lose im Innern der Zelle. — Seltener ist dabei das Material fast ganz zur Bildung der Faser verwendet (wiewohl immer in dem Fall, wo die Fiber mit der Wand verwächst) z. B. bei *Salvia Spielmanni*, *Momordica elaterium*. Ich habe Grund zu vermuthen, dass diese völlige Consumtion, besonders bei den Spiralgefässen fast immer der Fall ist, und zur Folge hat, dass sie dann fernerhin nur Luft führen. — Oefter indessen sind eine oder mehrere Fasern gebildet, aber dabei ist noch ein grosser Theil der Gallerte unverzehrt geblieben, die dann bei Befeuchtung der Zelle mit Wasser wie ein Darm hervortritt, und durch Aufquellen sich über die Fasern hinaus ausdehnt, und so diese zu umschliessen scheint, so bei den meisten Salvien und Polemoniaceen, bei *Senecio flaccidus*, *Ocymum polystachyum* und *polycladium* (*Lumnitzera Jacq.*). — Eine Mittelbildung zwischen dieser und der vorigen ist es, wenn die Gallerte selbst ein breites spiralförmig gewundenes Band bildet, das auf seiner Oberfläche aus unzähligen zarten Fasern zusammengesetzt erscheint; ein Vorkommen, welches sich sehr schön bei *Perdicium Taraxaci* und *Ziziphora* zeigt. — Eine noch weniger fortgeschrittene Bildung lässt uns nur einen Darm oder Kegel von Gallerte im Innern der Zelle finden, dessen Oberfläche aber mit zarten Spirallinien gezeichnet ist. — Man findet dies bei einigen Salvien, z. B. *S. verticillata*, bei *Leptosiphon androsaceum*. Endlich die niedrigste Stufe der Bildung ist die, wo der mit Spiralstreifen versehene Gallertdarm in seinem Innern eine Höhle hat, die noch unzersetztes Stärkemehl bewahrt, welche lehrreiche Erscheinung *Dracocephalum moldavica*, *Ocymum basilicum* und einige verwandte Species darbieten. — Man vergleiche zu dem allen die Fig. 94 — 103 mit ihrer Erklärung. —

Ehe ich mich von der Spiralfiber trenne, will ich nur noch bemerken, was freilich in neuerer Zeit wohl von jedem tüchtigen Beobachter längst anerkannt ist, dass der einzige Unterschied zwischen Spiralzelle und Spiralgefäss in der Di-

Digitized by Google

mension liegt, obwohl man auch dabei die stetigsten Uebergänge eben so gut beobachtet, wie bei Bast und Parenchymzellen, und dass daher, wenigstens in dieser Lehre, für naturphilosophische Phantasien von erstarrten Traumgebilden höherer Typen und dergleichen leere Worte kein Platz mehr ist. Was aus der runden Zelle eine Bastzelle macht, die überwiegende Ausdehnung eines Organs in die Länge, verwandelt auch die Spiralzellen (die wurmförmigen Körper) in Spiralgefässe. — Die Function aber der Spiralfiber ist uns, wie auch gewiss jeder aufrichtige Pflanzenphysiologe gestehen wird, bis heute noch völlig unbekannt. Dass Spiralgefässe und Spiralzellen in der lebenden Pflanze eben so oft mit Saft (in den jüngern, vegeten Theilen) als mit Luft (in den älteren, ihrem Umfange nach ausgewachsenen Organen) gefüllt, vorkommen, ist gewiss, und hat eben die so verschiedenen Ansichten der Schriftsteller veranlasst. Dasselbe findet aber auch bei allen Zellen unter gewissen Umständen statt, und der Einfluss der Spiralfaser bleibt dabei völlig dunkel und unaufgeklärt. — Vielleicht wird aus dem Vorstehenden wahrscheinlich, dass überall die Spirale nur eine secundäre Formenabänderung in dem Producte der Lebenskraft (dem Faserstoffe) ist, hervorgerufen durch eine andere Richtung der Lebensthätigkeit der Zelle, sobald diese auf einer gewissen Stufe ihrer Ausbildung ihre selbstständige Individualität aufzugeben und in den Complex der ganzen Pflanze als integrirender Theil einzutreten gezwungen ist.

Auch glaube ich, dass man aus den angeführten Thatsachen wohl schliesslich das Resultat wird ziehen dürfen, dass jede Andeutung spiraliger Bildung das beste Kennzeichen ist, dass man es nicht mehr mit der einfachen Zellmembran zu thun habe.

Ich kehre nach dieser sich etwas breit machenden Abschweifung zu meinem Thema zurück. Der Zellenbildungsprocess, den ich eben ausführlich darzustellen versucht, ist allerdings der, den ich bei den meisten von mir untersuchten Pflanzen beobachtete. Es giebt indessen manche Modificationen dieses Ganges, welche die Beobachtung an vielen Orten sehr erschweren, ja vielleicht zuweilen unmöglich machen werden,

Digitized by Google

obwohl nichts desto weniger das Gesetz als allgemein gültig unangefochten bleibt, weil die Analogie es fordert, und wir uns über die Gründe der Unmöglichkeit directer Beobachtung vollständige Rechenschaft geben können.

Die Schwierigkeiten, die ich hier andeute, beruhen insbesondere auf den physikalischen und chemischen Eigenschaften der der Zellenbildung vorangehenden Stoffe. Die oben aufgeführten Materien sind nämlich kaum etwas anderes, als einzelne der Uebersicht und leichtern Charakterisirung wegen willkürlich hervorgehobene Momente aus dem uns noch gänzlich fremden, beständig fortgehenden, organisch-chemischen Processe des Pflanzenlebens. Fast alle jene Stoffe finden sich in der lebendigen Pflanze stets bei einander vor, und nur das überwiegende Mehr oder Minder legt uns den Ausspruch in den Mund: die Zelle enthält Amylum oder Gummi u. s. w. Nur am Ende des individuellen Lebens der einzelnen Zelle finden wir dieselbe mit einer geringern Anzahl differenter Stoffe erfüllt; mit einem einzigen vielleicht nur bei den Zellen, die ätherisches Oel enthalten. —

Nehmen wir nun an, dass eine Zelle ganz mit wasserheller Zuckersolution gefüllt ist, in welcher rasch stets gerade nur so viel Gummi gebildet wird, um durch eben so schnelles Uebergehen in Gallerte eine zarte Zellenmembran zu bilden, deren Existenz man bei gleichem Lichtbrechungsvermögen der Wandung, des Inhalts und des umgebenden Mediums gar nicht durch's Mikroskop zu erkennen im Stande ist, so wird es sehr wahrscheinlich, dass eine Menge solcher Bildungsprocesse vorgehen können, die sich unsrer Beobachtung entziehen und uns nur erst durch ihre Resultate bekannt werden, wenn wir nach Resorption der Mutterzelle an ihrer Stelle plötzlich zwei neue finden. Ist man dagegen erst auf diesen Vorgang aufmerksam geworden, so hat man freilich in der Anwendung von Reagentien, besonders der dem physiologischen Botaniker ganz unentbehrlichen Iodine manche Mittel, um da, wo man einen solchen Bildungsprocess ahnet, ihn auch sichtbar zu machen. — Die allmähligen Uebergänge zu den völlig unsichtbaren Vorgängen findet man bei umfassenderen Untersuchungen leicht;

Digitized by Google

ich will nur beispielweise auf einen der schwierigsten mir vorgekommenen Fälle aufmerksam machen. Dieser findet bei dem Keimen der Sporen von *Marchantia polymorpha* statt. — Von den in den Sporen sich zeigenden Zellenkeimen dienen nur wenige, meist nur 2—4 zur Bildung der Zellen; die andern überziehen sich schnell mit Chlorophyll, und werden dadurch dem Lebensprocess entzogen. Die wasserhelle Flüssigkeit aber, in der jene Cytoblasten schwimmen, durchläuft die übrigen Stadien bis zur Verwandlung in Zellenmembran, eben nur an de Grenze dieser letzteren, und so rasch, dass man die höchst zarten jungen Zellen an nichts erkennt, als an einem feinen, meist mehr oder minder unterbrochenen Kreis unendlich kleiner, schwarzer Körnchen, und an einer kaum merkbar stärkeren Durchsichtigkeit des Inhalts der neugebildeten Zellen, im Vergleich mit dem der Mutterzelle, und endlich unter den günstigsten Umständen an der Stelle, wo die neugebildeten Zellen zusammenstossen, und diese Fuge noch von der Membran der Mutterzelle bedeckt ist (Fig. 86 — 88.). Gerade bei den Kryptogamen und besonders den Wasserpflanzen, möchte dies vielleicht gewöhnlich seyn und sich vielleicht auch *Mohl's* Theilung der Confervenzelle so erklären lassen.

Wer nun bedenkt, dass es gewiss aber viele Pflanzen giebt, wozu vielleicht besonders die Pilze und infusoriellen Algen gehören, bei denen man die Cytoblasten wegen absoluter Kleinheit und Durchsichtigkeit bis jetzt wenigstens noch gar nicht kennt, wenn man ferner sich erinnert, dass das Kernchen im Zellenkeime schon bei grösseren Cytoblasten oft unmessbar klein erscheint, oder gar sich selbst bei der stärksten Vergrösserung noch dem Auge ganz entzieht, wenn man endlich aus dem Obigen abnimmt, dass gleichwohl dieses nicht mehr sichtbar zu machende Körnchen im passenden Medium vielleicht genügende Ursache zur Bildung eines Cytoblasten abgiebt, mit welchem der ganze Zellenbildungsprocess eingeleitet ist, so wird man gestehen müssen, dass die Phantasie einen grossen Spielraum gewinnt, um sich überall die Entstehung infusorieller Pflanzengebilde auch ohne Hülfe eines *Deus ex Machina* (der *Generatio spontanea*) zu erklären. — Doch ich wollte hier nur

Digitized by Google

Thatsachen und ihre unmittelbaren Folgerungen mittheilen, nicht aber träumen, und knüpfe daher lieber noch einige Bemerkungen über das Wachsen der Pflanze an. —

Was heisst wachsen? ist eine Frage, die jedes Kind schnell beantwortet: „wenn ich so gross werde wie Vater.“ Es liegt Wahrheit in dieser Antwort, aber dies Wenige darf der Wissenschaft nicht genügen. Worte haben nicht an sich Werth, sondern sind, wie die Münze, nur Zeichen einer nicht *in specie* aufweisbaren Valuta, um den Verkehr zu erleichtern. Und um das Gleichniss weiter zu führen, es folgt Unsicherheit des geistigen Eigenthums und oft Banquerott, wenn diese Münze nicht ihre unveränderliche, genau bestimmte Währung hat, mit einem Wort, die Brauchbarkeit eines wissenschaftlichen Ausdrucks hängt von der genauen Definition des ihm zu Grunde liegenden Begriffes ab. — Leider hat uns die Verschrobenheit unsrer socialen Verhältnisse die ursprüngliche Bedeutung des Geldes ganz vergessen lassen, das Zeichen ist uns zur Sache selbst geworden; möge ein guter Genius uns in unserm geistigen Leben vor ähnlichen Missgriffen bewahren. — Hüten muss man sich hier vor zwei gefährlichen Klippen, einmal, wenn man Worte aus einer Wissenschaft in die andre überträgt, ohne erst genau zu prüfen, ob sie auch in allen mit herübergebrachten Beziehungen an ihren neuen Ort passen; und zweitens, wenn man willkürlich die durch den Geist der Sprache und ihre historische Entwickelung geheiligte Bedeutung eines Wortes fallen lässt und es ohne Weiteres in Zusammensetzungen braucht, wo vielleicht höchstens ein ganz unwesentlicher Theil seiner Bedeutung hinpasst. —

So z. B. stellt *E. Meyer (Linnaea* Bd. 7. S. 454) nach Wiederholung der bekannten Duhamel'schen Versuche den Satz hin: „das Gesetz des Längenwachsthums der Internodien ist, unter sich, oder von oben nach unten zu wachsen.“ — Dieses Satzes bedarf er zu seiner Theorie, und muss ihn deshalb auf alle Weise vertheidigen, obwohl er selbst gesteht, dass dieses umgekehrte Wachsthum jedem seiner Leser widersinnig vorkommen müsse. Zu diesem Satze würde er nie gekommen seyn, wenn er das aus der thierischen Physiologie ihm vertraute

Digitized by Google

Wort „Wachsen" sich in Bezug auf seine Anwendbarkeit für die Pflanze genauer analysirt hätte; er würde bald gefunden haben, dass die Entstehung neuer Zellen und insofern das wirkliche Wachsthum der Pflanze stets in ihren äussersten Theilen nach oben erfolgt, und dass gerade sein Gleichniss vom Aufbauen einer Volta'schen Säule vortrefflich geeignet ist, um ihn selbst zu widerlegen. Aus den Duhamel'schen und Meyer'schen Versuchen würde noch nichts weiter folgen, als dass die unteren, d. h. gerade die zuerst entstandenen, älteren Zellen des Internodiums ein grösseres Vermögen haben, sich in der Längsrichtung auszudehnen, und dieses Vermögen länger behalten, als die jüngern. —

Für den zweiten Punkt finden wir ein vortreffliches Beispiel in dem in neuerer Zeit häufig ausgesprochenen Satze, dass der Stengel der Pflanze aus den verwachsenen Blattstielen gebildet wird. — Das Wort „Verwachsen" hat aber seit ewigen Zeiten in Leben und Wissenschaft die Bedeutung gehabt, dass zwei oder mehrere ursprünglich und ihrer Natur nach getrennte Theile durch den Process des Wachsthums entweder abnorm, oder unter gewissen Umständen gesetzmässig vereinigt werden. Wendet man daher das Wort „Verwachsen" auf den Stengel der Pflanze an, ein Organ, welches in jeder Periode seines Daseyns, unter allen Formen seiner Erscheinung ein einfaches und ungetheiltes ist, und bei der Entstehung der Pflanze sogar stets früher auftritt, als die Blätter mit ihren Stielen, so liegt darin gewiss ein arger Missbrauch der Sprache, und die Wissenschaft kann dadurch in sich nichts gewinnen, und wird obenein in den Augen des geistreichen Laien, der solche Wortspiele durchschaut, verlieren. — Was würde der Zoologe dazu sagen, wollte man den Truncus als eine Verwachsung der Extremitäten ansehen.

Ich komme auf meine Frage zurück: was heisst wachsen? Ein alter Schlendrian sagt: Wachsen ist Vermehrung der Masse eines Individuums und geschieht in der unorganischen Welt durch Juxtapositio, in der organischen durch Intussusceptio. Haben wir dadurch für die Pflanzenphysiologie etwas gewonnen? Ich glaube, nein. Soll die Pflanze durch Intussusceptio

Digitized by Google

wachsen, so sage ich, die Pflanze besteht aus einem Aggregat einzelner, in sich abgeschlossener, organischer Molecüle, den Zellen; sie vermehrt ihre Masse, indem an die vorhandenen Zellen sich neue anlegen, also durch Juxtapositio. — Aber die einzelne Zelle nimmt bei ihrer Ausdehnung zu einem im Vergleich mit ihrer ursprünglichen Grösse oft ungeheuren Volumen (ich erinnere nur an die Pollenschläuche), doch auch im Innern ihrer Membran an Stoff zu, auch hierdurch vermehrt sich die Masse der ganzen Pflanze, sie wächst also auch durch Intussusceptio. Endlich lagert die Zelle von einer gewissen Zeit an auf ihrer primitiven Membran schichtenweise neue organische Materie ab, also abermals eine Juxtapositio, die doch auch in den Kreis des Pflanzenlebens gehört. — Man sieht hieraus leicht, dass der Begriff „Wachsen" für die wissenschaftliche Botanik erst einer neuen Begründung bedarf, um ihn mit Sicherheit anwenden zu können.

Von den drei eben genannten Fällen gehören aber der zweite und dritte mehr dem individuellen Leben der Zellen an, und sind für den Begriff der ganzen Pflanze (als einem aus einer gewissen [1 bis ∞] Anzahl von Zellen zusammengesetzten Organismus) nur von untergeordneter Bedeutung. — Die Pflanze in ihrer Totalität gedacht vermehrt ihre Masse, das heisst, die Zahl der sie zusammensetzenden Zellen, nur auf die erste Art.

Man muss also hier drei physiologisch wesentlich von einander verschiedene Processe sondern, die streng genommen kaum ihre Analogie in den anderen Reichen der Natur finden.

1. Die Pflanze wächst, d. h. sie bildet die ihr zukommende Anzahl von Zellen.

2. Die Pflanze entfaltet sich, indem die gebildeten Zellen sich ausdehnen und entwickeln. — Es ist besonders diese für die Pflanze ganz eigenthümliche Erscheinung, die, weil sie auf der Zusammensetzung derselben aus Zellen beruht, bei den Krystallen, wie bei den Thieren in keiner auch nur entfernten Form vorkommen kann.

3. Die Wände der ausgewachsenen Zellen verdicken sich durch neuabgelagerte Schichten, ein Process, den man nach der alten Regel: *a potiori fit denominatio*, am zweckmässigsten das Verholzen der Pflanze nennen kann.

Digitized by Google

Bleiben wir jetzt bei dem Wachsen der Pflanze in dem unter 1 angegebenen Wortverstande stehen, so muss noch ferner die Frage entstehen: wo bilden sich die neuen Zellen? Drei Fälle umfassen hier alle möglichen Antworten. Entweder nämlich bilden sich die neuen Zellen aussen an der Oberfläche der ganzen frühern Masse, oder im Innern derselben und dann wieder entweder in den Intercellularräumen, oder in den Zellen selbst; *quartum non datur.*

*Mirbel* hat in zwei überaus geistreichen und gründlichen Aufsätzen über die *Marchantia polymorpha* die er 1831 u. 32 der Pariser Akademie überreichte (pag. 32) die Ansicht ausgesprochen, dass alle drei so eben als möglich aufgezählten Fälle auch wirklich in der Pflanze vorkämen. — Ohne hier schon dem Folgenden vorgreifen zu wollen, muss ich doch bemerken, dass nur der eine Fall (die Bildung neuer Zellen in alten) durch seine directen Beobachtungen bewiesen erscheint. Der zweite Fall ist blos erschlossen, und die Keimung der Marchantiasporen endlich, die den dritten Fall erläutern sollte, ist von mir ganz anders beobachtet worden, wie ich schon oben dargestellt habe.

Wir müssen aber endlich noch zusehen, ob vielleicht die Verschiedenheit der Organe eine physiologische Verschiedenheit des Wachsthums begründet, die unsere Aufmerksamkeit verdient. Wir können hier vier Fälle unterscheiden. Wir beobachten 1) die Entwicklung der Pflanze nach oben (*in puncto vegetationis C. Fr. Wolff*). 2) Die Verlängerung nach unten. Hierdurch umfassen wir die Bildung der nothwendigen Organe der Pflanze, des Stengels, der Blätter (mit ihren Metamorphosen) und der Wurzel. 3) Wir haben die Production der zufälligen Organe in's Auge zu fassen, z. B. Knollen u. s. w. und 4) finden wir eine jährliche Verdickung an den Axengebilden, die Entwicklung des Holzstammes.

Sehen wir nun zu, welche von den drei Möglichkeiten der neuen Zellenbildung in jedem der so eben aufgezählten Fälle zur Wirklichkeit wird.

Wie sich im Embryosacke, also in einer grossen Zelle die neuen entwickeln, habe ich oben auseinandergesetzt. Der

Digitized by Google

gleiche Vorgang zeigt sich im Embryonalende des Pollenschlauchs, also in einer nur sehr verlängerten Zelle, und ich fahre hier fort die weitere Entwickelung des Embryo zu schildern. — Nachdem sich nämlich die ersten Zellen, gewöhnlich nur wenige an Zahl, gebildet haben, dehnen sie sich schnell so weit aus, dass sie den Pollenschlauch ausfüllen, und derselbe bald als alte umschliessende Membran nicht mehr zu erkennen ist. Sogleich aber entstehen im Innern jeder dieser Zellen wieder mehrere Cytoblasten, die neue Zellen zeugen, bei deren rascher Ausdehnung die Mutterzellen ebenfalls aufhören sichtbar zu seyn und resorbirt werden. — Derselbe Process von Neuem und so fort. Da aber die neuentstehenden Zellen immer weniger Raum haben sich auszudehnen, daher immer kleiner werden, so wird durch die immer neu sich im Innern erzeugenden Cytoblasten und das immer gedrängtere Gewebe die frühere Durchsichtigkeit bald aufgehoben, und von da an bis zur völligen Vollendung des Embryo führt uns die gewiss logische Annahme, dass der so eingeleitete Process derselbe bleibt, da kein neues Moment eintritt, welches uns bestimmen könnte, eine plötzliche Veränderung der Lebensthätigkeit anzunehmen, um so mehr, als wir derselben Aeusserung der vegetativen Kraft bald wieder begegnen.

Der Saame keimt indess und der Embryo wird zur Pflanze, und hier kann allerdings die Frage entstehen: bleibt der Gang des Lebens auch fernerhin, bei Internodien und Blattorganen derselbe? Wovon man sich hier nun sehr bald überzeugt, ist die Negative, dass eine Entstehung neuer Zellen auf der Oberfläche der vorhandenen Organe nicht stattfindet. Die Oberfläche ist immer glatt und meist sehr früh mit einer Art von Oberhaut bekleidet, indem die äussere Schicht durchsichtiger und fast wasserhell ist, und nie findet man auch nur eine Andeutung einer neugebildeten Zelle auf der Oberfläche.

Wenn aber der Embryo das Vorbild der ganzen Pflanze ist, und diese nichts zeigt, was nicht eine Wiederholung seiner Organe sey, wenn wir beim Embryo fanden, dass sein Wachsthum nur in der Bildung von Zellen in Zellen besteht, so dürfen wir erwarten, dasselbe Resultat auch beim Wachsthums-



Digitized by Google

process der ganzen Pflanze zu finden. — Ein Blattorgan aber ist es vorzüglich, welches schon von vielen ausgezeichneten Männern in seiner Entwicklung verfolgt ist (besonders gut von *Mirbel*), nämlich die Anthere, und hier ist es ganz entschieden, dass die Vermehrung der Zellen innerhalb der alten vor sich geht. — Und gewiss stimmt auch hier die Bildungsweise mit der eben geschilderten überein. *Rob. Brown* und *Meyen* haben viele Fälle angeführt, wo sie den Cytoblasten an ganz jungen Pollenzellen beobachteten. Bei *Pinus*, *Abies*, *Podostemon*, *Lupinus* und anderen habe ich die Pollenentwickelung vollständig nach *Mirbel* verfolgt, bei *Abies* habe ich bestimmt die Zellenkeime und ihre Entwickelung zu neuen Zellen in einer Andern beobachtet, und nie bei den jungen Zellen den Cytoblasten vermisst.

Sind nun die Pollenkörner nichts anders, als verwandeltes Blattparenchym, ist die Anthere nur eine Metamorphose des Blattes, so darf man wohl rückwärts schliessen, dass der Vorgang, den wir hier beobachtet, der die Embryo- und Kotyledonenbildung (als Blattprototypen) charakterisirte, sich auch bei allen blattartigen Organen wiederfinden werde. — Aus demselben Grunde, wie in den späteren Stadien der Embryoentwickelung, ist die wirkliche Beobachtung hier unendlich schwierig. Ich habe in dieser Beziehung indessen eine grosse Menge von Knospen untersucht und mich auf das bestimmteste von der Identität des Vorganges, sowohl für die stets sich verlängernde Spitze der Axe, als für die immer etwas unterhalb derselben entstehenden Blätter überzeugt. Am geeignetsten dazu sind die fleischigen Gewächse, die Aloineen und Crassulaceen. Am vortheilhaftesten ist mir die *Crassula Portulaca* erschienen, bei welcher es mir zuerst gelang, einzelne Zellen aus dem Zusammenhange zu trennen, in deren Innern schon junge Zellen entwickelt waren, ohne jedoch noch die Mutterzelle ganz auszufüllen. — Nachdem ich aber einmal vertraut mit der Sache geworden war, fand ich später auch bei allen anderen Pflanzen aus dem anscheinend nur halb organisirten Chaos die Einzelnheiten heraus. — Es kommt hier freilich noch ein Umstand hinzu, der die Sache selbst schwieriger macht, als beim Embryo.

Digitized by Google

Abgesehen nämlich von der Kleinheit der Zellen sind ihre Wandungen in den neu sich bildenden Pflanzentheilen nur noch aus Gallerte gebildet, und so zart, dass es unendlich schwer fällt, ohne völlige Zerstörung der Organisation, die Theile, die man untersuchen will, zu zerstückeln. — (Man vergleiche hier Fig. 90 — 92.)

Leichter sichtbar ist dieser Process schon bei gegliederten Haaren, und solchen, die ein aus mehreren Zellen bestehendes Köpfchen haben, wo man dieselben Erscheinungen, die ich so oft im jungen Embryo beobachtete, und wie *Mirbel* sie so schön bei der Entwickelung der Gemmen in den Bechern der *Marchantia* beschrieben, leicht und schön sehen kann, z. B. an der gemeinen Kartoffel. Auch *Meyen* hat ähnliche Beobachtungen gemacht, obwohl er sich noch mit einigem Zweifel darüber ausspricht (*Wiegmann's* Archiv 1837. Bd. II. S. 22).

Erst wenn so viele Zellen gebildet sind, als dem Organe zu seiner Vollendung nöthig, werden die Zellenwände fester und nun beginnt die Entfaltung des Organs durch blosse Ausdehnung der gebildeten Zellen.

Ich muss aber hier noch etwas mehr in's Detail eingehen, um die wahrscheinliche Entstehung der Gefässbündel und der Oberhaut zu erläutern. Schon ziemlich früh charakterisirt sich in der Axe des sich bildenden Blattes ein Streifen hellerer Zellen, in denen sich keine neuen mehr bilden und welche bald die durch beständiges Zerfallen immer kleiner werdenden Zellen der übrigen Masse bedeutend an Grösse übertreffen. — Diese Zellen sind die Grundlage des zukünftigen Gefässbündels, welches die Mittelrippe des Blattes bildet. Indem nämlich die Parenchymzellen sich später allseitig ausdehnen, entwickeln sich diese Zellen nur in der Längendimension, und können so, obwohl an Zahl geringer, doch der Ausdehnung der übrigen Zellen der Länge des Blattes nach folgen. Später erst differenziren sich diese Zellen durch Verschiedenheit der inneren Ablagerungen in Spiralgefässe und Bastzellen. — Das Sichtbarwerden der Spiralgefässe beginnt in den neugebildeten Theilen, und so auch in den ganzen Knospen immer unmittelbar zunächst der alten, schon gebildeten Spiralgefässe, und sie steigen auf diese



Digitized by Google

Weise, abwärts vom Stamme, in den neuen Theil hinein. Ich verstehe daher nicht, was man damit sagen will, wenn man die Fibern des Stengels als von den Knospen herabsteigend betrachtet, man könnte eben so gut den Fluss als vom Meer zur Quelle laufend ansehen.

Ein ähnlicher Vorgang findet bei Entwicklung der Seitennerven der Blätter statt. Auch in der äussersten Zellenschicht hört meist schon früh die Bildung neuer Zellen auf. Die Zellen derselben füllen sich bald mit einer wasserhellen Flüssigkeit, und werden bei der Ausdehnung des darunterliegenden Parenchymas natürlich flächenartig, platt, ausgedehnt.

Die Zellen des Gefässbündels und der Oberhaut erscheinen auf diese Weise minder potenzirt, gleichsam als Zellen minderer Dignität, als die Parenchymzellen, und vielleicht hängt damit die physiologische Eigenthümlichkeit zusammen, dass sie seltener eigenthümliche, chemische Stoffe in sich ausbilden, sondern meist nur durch Ablagerungen neuen vegetabilischen Faserstoffes (richtiger Membranstoffes) in ihren Wandungen verdickt werden. Ich kann nicht unterlassen, einige Andeutungen hier zu versuchen, die vielleicht weniger eng mit dem Thema dieses Aufsatzes zusammenhängen, aber vielleicht dermaleinst für das Verständniss der ganzen Pflanze folgenreich werden können. Fassen wir nämlich den so eben geschilderten Wachsthumsprocess der Pflanze noch einmal zusammen. Eine einfache Zelle, der Pollenschlauch ist ihre erste Grundlage. In diesem entstehen Zellen, in ihnen entwickeln sich neue Zellen, und so fort durch das ganze Leben. Nun deutete aber die eben angegebene Weise der Entstehung der Gefässbündel und der Oberhaut im Verhältniss zum Parenchym darauf hin, dass, je niederer die Dignität der Zelle, sie 1) ein um so grösseres Vermögen besitzt, sich auszudehnen und in die Länge zu strecken, und 2) eine um so geringere Fähigkeit besitzt, eigenthümliche, feinere Stoffe in ihrem Innern zu bilden. — Geht nun die Potenzirung der Zellen durch das ganze Wachsthum der Pflanze durch, so folgt daraus ein immer näheres Zusammenrücken der sonst auseinander geschobenen Organe und eine immer höhere Veredlung der in den Zellen entwickelten Stoffe. Also die

Digitized by Google

unteren Theile der Internodien werden länger gestreckt erscheinen, als die oberen, die Blätter und jüngeren Triebe (*summitates herbarum Pharmacol.*) edlere Säfte enthalten, als der Stengel; die Glieder verkürzen sich, wie sie sich dem obern Endpunkte der Pflanze nähern, die Blätter rücken näher zusammen, und das Resultat dieser immer höhern Potenzirung der Zelle, der immer geringern Ausdehnung in die Länge, des immer nähern Zusammenrückens der seitlichen Organe, der immer edler entwickelten Stoffe ist endlich die Blüthe, in ihrer individualisirten Abgeschlossenheit, mit ihrer Farbenpracht, ihrem Dufte und ihrer geheimnissvollen Fähigkeit, durch ihre Säfte eine einzelne Zelle zu bestimmen, dass sie sich auf's Neue zur selbstständigen Pflanze entwickle, und denselben Kreislauf auf's Neue durchmache.

Ich kehre nach dieser Abschweifung zum Thema zurück. Bis jetzt glaube ich ziemlich folgerecht und naturgemäss nachgewiesen zu haben, dass beim ganzen Wachsthum der Pflanze *) sich stets nur Zellen in Zellen bilden. Gehen wir jetzt zur Wurzel über. Hier kann ich nur sehr geringe Beiträge zur Aufklärung der Sache liefern, indem es mir bis jetzt noch nicht hat gelingen wollen, bei den nicht sehr ausgedehnten Untersuchungen, die ich darüber angestellt, zu einem genügenden Resultate zu kommen. — Es ist mir nämlich durchaus nicht geglückt, die Frage zu entscheiden, ob sich an der Spitze des Würzelchens eine Flüssigkeit ausscheidet, in welcher sich neue Zellen entwickeln. — Dagegen ist es gewiss, dass sich im Wurzelende eine concav-convexe Gruppe (ein *Meniscus*) Zellengewebes befindet, in welcher der Zellenbildungsprocess in derselben Weise, wie in den nach oben wachsenden Theilen stattfindet. Eine Hauptursache der Verlängerung der Wurzel besteht also darin, dass sich an der convexen Seite jener Zellenmasse stets neue Zellen im Innern der vorhandenen bilden, während an der concaven Seite die gebildeten Zellen sich gleichzeitig, und zwar meist vorherrschend in der Längsrich-

*) Ich bemerke, dass im ganzen Aufsatze im Allgemeinen nur von Phanerogamen die Rede ist.

Digitized by Google

tung ausdehnen, und so die Wurzelspitze immer vor sich herschieben.

Den dritten Fall, die Bildung der zufälligen Organe der Pflanze muss ich hier ganz übergehn, weil es mir darüber durchaus an eignen Beobachtungen fehlt. Wahrscheinlich ist hier der Vorgang aber derselbe, wie in den vorigen Fällen, denn *Meyen* (Physiologie I. S. 209) beobachtete in keimenden Orchideenknollen die Zellenkeime. Auch führt die Analogie auf ein gleiches Resultat, da alle diese Theile doch nichts anders als morphologische Modificationen der im Vorigen schon abgehandelten Organe sind. Es bleibt indess noch der vierte Punkt zu erörtern, nämlich die Zunahme der holzstammbildenden (dikotyledonen) Pflanzen in die Dicke. Die Entstehung und Bedeutung des Cambiums ist die Nuss, an der so mancher junge Phytologe sich schon die Milchzähne ausgebissen, der gordische Knoten, den mancher botanische Alexander zerhauen, statt ihn aufzuknüpfen, und das Räthsel, an dessen Lösung fast alle Koryphäen unsrer Wissenschaft mit mehr oder weniger Glück gearbeitet haben. Auch meine Untersuchungen über diese neuentstehende Bildungsschicht zwischen Rinde und Holz sind noch keineswegs abgeschlossen.

Ehe ich aber zur Mittheilung meiner Beobachtungen darüber schreite, ist es nöthig, die Frage über die Individualität der Pflanzen noch einmal wieder aufzunehmen. — Ich habe schon oben bemerkt, dass im strengsten Sinne des Worts nur die einzelne Zelle ein Individuum genannt zu werden verdient. — Gehen wir einen Schritt weiter, so können wir jede Axe mit ihren Seitenorganen als Einzelwesen erklären. Sehen wir aber von dieser Zusammensetzung der Pflanze aus Zellen und gleichartigen Axen ab, und fassen wir Individuum für die organische Welt als den Körper auf, der sich, ohne Aufhebung seines Begriffs als Ganzes, nicht in zwei oder mehrere gleiche theilen lässt, und dessen Lebensprocess in abgeschlossener Periodicität einen bestimmten Anfangs- oder Endpunkt hat, so folgt daraus, dass nur die krautartige (*planta annua*) und die ächte, zweijährige Pflanze, die nämlich erst im zweiten Jahr blüht und dann ganz abstirbt, als Individuum in der Pflanzen-

Digitized by Google

welt zu betrachten sey. — Der Begriff des individuellen Lebens fordert auch nothwendig als Merkmal den schon in der Organisation selbst bedingten individuellen Tod. Wo aber ein solcher Tod nicht als endlicher Abschluss durch innere Nothwendigkeit, als innerlich im voraus bedingtes Aufhören der organisirenden Thätigkeit gegeben ist, kann auch von keinem Individuum die Rede seyn. Dies ist aber nur bei den oben genannten Pflanzen der Fall und von ihnen also ganz allein muss bei allen Untersuchungen über Natur und Leben des vegetabilischen Organismus als vom Prototypus ausgegangen werden.

Um den Uebergang zum Folgenden zu vermitteln, wende ich mich zur Aufstellung der zwei verschiedenen Arten der Fortpflanzung. Diese geschieht entweder durch einen Process, den man bis jetzt auch bei den Pflanzen Befruchtung genannt und einer geschlechtlichen Differenz zugeschrieben hatte (vergl. *Wiegmann's* Archiv 1837. Bd. I. S. 290 fg.) oder durch Theilung, indem nämlich die Pflanze ein vollständiges gleiches Individuum an sich entwickelt, und zur bestimmten Zeit von sich entlässt. — Dies Letztere, die Bildung der sogenannten Bubillen u. s. w. kommt neben dem Vorigen nur einer geringen Anzahl Pflanzen zu. Wir müssen uns aber noch etwas genauer damit bekannt machen. — Diese Schöpfung geschieht nämlich nicht immer in der Weise, dass sich die Mutterpflanze ganz von ihnen trennt, und sie vereinzelt ausstreut, sondern sie bildet am häufigsten vor ihrem individuellen Tode ein eignes Organ, welches die Proles in eine eigne, lebendige Verbindung unter einander setzt, und zugleich als Lagerstätte für eine gewisse Menge Nahrungsstoffes dient, wodurch die erste Entwicklung dieser jungen Individuen erleichtert wird. Meist ist aber dieses Organ nur eine Metamorphose eines einzelnen andern, schon bekannten, z. B. des Stammes, oder der Wurzel, oder, wie bei der Kartoffel, der Axillarknospen, und man hat hier in der Wissenschaft daher nie angestanden, von diesen Dingen als von blossen Pflanzentheilen zu sprechen, die als Verbindungsglieder zwischen den jüngern Individuen nach dem Tode des erzeugenden Individuums fortleben. Anders hat man dagegen verfahren, wenn Stengel und Wurzel

Digitized by Google

zugleich, also fast die ganze Totalität der Pflanze, an dieser Bildung Theil nehmen; und obwohl sich hier vielleicht ergeben möchte, dass nicht einmal von einer Heteromorphie eines bekannten Pflanzentheils die Rede seyn kann, so hat man doch hier die physiologische Identität in der Bedeutung dieses und des vorigen Theiles nicht mit Bestimmtheit festgehalten, und sich so selbst den Blick getrübt.

In den meisten Handbüchern wird ganz stillschweigend, als ob sich's von selbst verstände, vom Baum, als von der vollkommenen Pflanze, ausgegangen, und ich glaube, es ist nicht schwer nachzuweisen, dass, wo die Pflanzenphysiologie noch recht sehr im Argen liegt, gerade dieser Missgriff die alleinige Schuld trägt. — Man hat zwei ganz verschiedene Begriffe dabei verwechselt, nämlich die höchste Stufe der Entwicklung, zu der sich das Pflanzenleben überhaupt erheben kann, und den Typus, der dem Begriff des Individuums zum Grunde gelegt werden muss. Wenn man nun wohl das Erste vom Baume behaupten darf, so ist doch die Anwendung des zweiten Begriffes auf ihn in jeder Beziehung ganz und gar verfehlt, wie es auch schon *E. Meyer* (*Linnaea* VII. S. 424 fg.) sehr richtig ausgesprochen hat. — Es gehört nothwendig zum Begriff der Pflanze, dass sie an ihrem Stengel Blattorgane hervorbringe; es giebt aber keinen Baum, der Blätter hat. — So paradox dies klingt, ist es doch nicht minder wahr. Es ist eine Thatsache, die wohl keinem Botaniker unbekannt ist, dass kein verholzter Theil einer Pflanze, und wäre es auch selbst erst im zweiten Jahre, fähig ist, ein Blatt zu produciren, aber keineswegs ist die unmittelbare Folgerung eben so allgemein anerkannt, dass eben deshalb der verholzte Stamm nicht unter den Begriff der Pflanze fallen kann. Aus dem Fehler, den Baum als eine einzelne Pflanze anzusehen, ist viel Verwirrung in unsere Physiologie gekommen, die Begriffsbestimmungen für Wurzel, Stengel, Knospe u. s. w. sind sehr unbestimmt geworden, und erbitterte Streitigkeiten wurden über die Functionen dieser Theile geführt, die kein Resultat haben konnten, weil der Eine von diesem, der Andere von jenem, dieser vom Stengel, jener vom Stamm, dieser von der Wurzelzaser, jener vom holzigen Wurzelkörper sprach.

Digitized by Google

Die sogenannte verholzte Wurzel ist aber eben so wenig Wurzel, als der verholzte Stamm noch ein Stengel ist, sondern beide zusammen sind ein ihrem Begriff nach untrennbares, und noch dazu für die Pflanze selbst im Ganzen rein zufälliges Organ, welches das einjährige Individuum auf seiner Oberfläche abgesondert hat, um durch eine einzige organisirte Haut die ganze Summe der neuern jüngern Individuen in Verbindung zu bringen. — Der Baum entspricht ganz und gar dem Polypenstamm, und es scheint mir nicht begründeter von ihm als Typus bei den Pflanzen auszugehen, als wenn der Zoolog eine Gorgonia als Ideal thierischer Individualität aufstellen wollte. Diese Analogie wird aber keinesweges dadurch geschwächt, dass wir den Holzstamm gerade bei den höchstentwickelten Pflanzen am häufigsten treffen, sondern es ist im Gegentheil natürlich, dass, wenn die Thierwelt gewissermassen die vegetative Seite von der Pflanzenwelt empfängt, sich diese auf der niedrigsten Stufe der Thiere an die höchsten Pflanzen anschliesst, während selbst diese vegetative Hälfte der Lebenserscheinungen bei den höheren Thieren mit der immer reiner und abgeschlossener hervortretenden Individualität, ebenfalls geläutert und veredelt wird.

Bei dieser Deutung des Holzstammes (die Wurzel eingerechnet) erscheint es denn auch keinesweges fernerhin auffallend, dass dieses Organ (gleichsam nur ein organisirter Boden) überall auf seiner Fläche junge Pflanzenindividuen, d. h. Knospen erzeugen kann, so bald er nur in der Lage ist, von irgend einem Theile aus, mag dieser nun scheinbar der ehemaligen Wurzel, oder dem Stengel entsprechen, diesen Knospen Nahrungsstoff zuzuführen, während der gereinigte Begriff der Pflanze zu dem Gesetz führt, dass im regelmässigen Verlauf der Vegetation weder Wurzel, noch Internodium, sondern nur die Blattachsel eine Knospe, d. h. eine neue Axe mit Seitenorganen, erzeugen könne.

Zur entschiedenen Begründung dieser Ansicht dient nun aber das Folgende, was bei der nie planlos, wie ein schlechter Künstler, zwischen den verschiedenartigsten Manieren schwankenden Natur für die gewöhnliche Behandlungsweise ein unauflöslicher Widerspruch und geradezu ein Wunder würde.

Digitized by Google

Wir vermissen nämlich bei Absonderung dieser organisirten Masse des Holzes plötzlich den Einfluss des Bildungsgesetzes, welches bis dahin ohne Ausnahme den Wachsthum der ganzen Pflanze in allen ihren Theilen beherrschte. — Hier bilden sich, so viel bis jetzt darüber bekannt geworden, nicht Zellen in Zellen, hier findet keine allseitige Ausdehnung des anfangs kleinen Bläschens statt, hier findet sich kein Cytoblast, auf dem sich die junge Zelle bilden könnte, sondern unter den äusseren Zellenschichten, die man unter dem Ausdruch Rinde zusammenfasst, ergiesst sich, gleichsam in einem einzigen grossen Intercellularraume, eine organisirbare Flüssigkeit, die, wie es scheint, ganz plötzlich in ihrer ganzen Ausdehnung zu einem neuen, ganz eigenthümlich geformten, und an einander gelagerten Zellgewebe, dem sogenannten Prosenchyma, erstarrt. Hier bilden sich ferner bestimmt keine Gefässbündel aus Zellen niederer Dignität, denn alle Zellen sind gleichzeitig und in ihrer ganzen Grösse entstanden, und was man (Spiral-)Gefässe des Holzes genannt hat, ist etwas von den Spiralgefässen der krautartigen Pflanzen, sowohl ihrer Entstehung, als wahrscheinlich auch ihrer physiologischen Bedeutung nach unendlich Verschiedenes.*) — Bei den zum Theil sehr heftig geführten Streitigkeiten über die Function der Spiralgefässe ist ebenfalls kein Resultat gewonnen, und konnte keins gewonnen werden, weil jeder ganz *ad libitum* an die Spiralgefässe der krautartigen Pflanze oder des Holzes dachte, die Möglichkeit, dass beide sehr verschiedene Dinge seyn könnten, aber ganz aus dem Auge liess. — Betrachten wir nämlich das Cambium in der allerfrühsten Zeit, in der es anfängt Organisation zu gewinnen, so finden wir, dass es durchweg aus ganz gleichförmigen, und gelatinösen Prosenchymzellen besteht. Kurz nachher zeigen sich

*) Dieser Satz hat durch spätere eigene Untersuchungen über das Cambium wesentliche Modificationen erlitten, indem sich dabei herausstellte, dass ein Cambium im Sinne der frühern Physiologie, nämlich als formlose Bildungsflüssigkeit zwischen Holz und Rinde, gar nicht existire, dass vielmehr Holz und Rinde beständig ein Continuum bilden und ihre Gränze nur durch eine Schicht zartwandigen gelatinösen, bildungsfähigen Zellgewebes bezeichnet wird. Vergl. auch die Andeutungen über die anatomisch-physiologischen Verschiedenheiten der Stengelgebilde.

Digitized by Google

einzelne Längsreihen dieser Zellen etwas in die Breite ausgedehnt, wodurch sie sich denn noch allein von ihrer Umgebung unterscheiden. Bei fernerer Entwickelung bemerken wir, dass an den Wänden einzelner dieser erweiterten Zellen dunkle Flecke erscheinen, die wir bald für kleine flache Luftbläschen erkennen, die sich zwischen der Wand dieser und der benachten Zelle gebildet. Nach und nach werden alle übereinander liegenden erweiterten Zellen auf diese Weise verändert; allmälig zeigt sich das Luftbläschen schärfer kreisförmig, oder oval begrenzt, und es erscheint in seiner Mitte ein kleinerer, immer deutlicher hervortretender Kreis, der daher entsteht, dass bei der Ablage neuer Masse auf die innere Zellenwand, die dem äussern Luftbläschen entsprechenden Theile von dieser Ablagerung frei bleiben, wodurch sich ein kleiner Canal, der die neuabgelagerte Masse durchbohrt, bildet. Wir erkennen nun das ausgebildete sogenannte poröse Gefäss, indem gleichzeitig die Scheidewände zwischen je zwei übereinanderliegenden Zellen mehr oder weniger resorbirt erscheinen. — Diese Bildungsgeschichte der porösen Gefässe, die man leicht an Linden und Weiden beobachten kann, widerspricht sehr der gewöhnlichen Meinung, als dienten die Porencanäle zur Erleichterung der Säftecommunication. Da sich das Luftbläschen aussen auf der Wandung zuerst bildet, so macht dieses das Durchdringen des Saftes an dieser Stelle unmöglich, und gerade desshalb möchte die Entstehung des Porencanals am leichtesten und natürlichsten als eine locale Atrophie der Zellenwandung zu erklären seyn. Zugleich geht hieraus hervor, dass der Unterschied des Laub- und Nadelholzes hinsichtlich seines anatomischen Baues doch wohl nicht von gar so grosser physiologischer Bedeutung seyn kann, indem bei gleichen Elementen und gleicher Entwikkelung der Unterschied im Grunde nur auf dem Mehr oder Minder in der Zahl der Zellen beruht, die in poröse Gebilde umgewandelt werden.

Uebrigens sind hier noch unendliche Lücken auszufüllen, und namentlich sind die Entstehung der Markstrahlen und ihr Verhältniss zum Holze, die Bildung der neuen Rinde und endlich die Entstehung der Knospen im Holzkörper noch eben so

Digitized by Google

viele Aufgaben für weitläufige Untersuchungen, deren Ausführung wir aber bei dem regen und erfreulichen Eifer, der für ächt wissenschaftliches Studium der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, besonders durch unsre noch lebenden Zeitgenossen geweckt ist, und gepflegt wird, wohl bald entgegen sehen dürfen.

Ich habe, so weit an mir lag, in Vorstehendem versucht, manche interessantere Fragen der Pflanzenphysiologie zu lösen, oder doch durch genauere Bezeichnung der Aufgabe einer dereinstigen Lösung näher zu führen. Möchten diese Bemerkungen bei den deutschen Pflanzenphysiologen freundliche Aufnahme und recht baldige Verbesserung und Erweiterung finden.

---

## Erklärung der Abbildungen, Taf. VI. u. VII.

Fig. 69. Zellgewebe des Albumens aus dem Embryosack von *Chamaedorea schiedeana* in der Bildung begriffen. *a.* Die innerste Bildungsmasse, bestehend aus Gummi mit eingemengten Schleimkörnchen und Cytoblasten. *b.* Neuentstandene Zellen noch in destillirtem Wasser auflöslich. *c* — *e.* Fernere Ausbildung der Zellen, die durch leichten Druck noch in eine formlose Gallertmasse verschmelzen, mit Ausnahme des Cytoblasten.

Fig. 70. Der Bildungsstoff aus Fig. 69 *a.* stärker vergrössert, Gummi, Schleimkörnchen, die Kerne der Cytoblasten, und diese selbst.

Fig. 71. Ein einzelner, noch freier Cytoblast, noch stärker vergrössert.

Fig. 72. Ein Cytoblast mit der sich darauf bildenden Zelle.

Fig. 73. Desgleichen, stärker vergrössert.

Fig. 74. Desgleichen. Der Cytoblast zeigt hier zwei Kerne, und ist

Digitized by Google

Fig. 75. isolirt nach Zerstörung der Zelle durch Druck dargestellt.

Fig. 76. Dasselbe Zellgewebe in seiner Ausbildung noch weiter fortgeschritten, als in Fig. 69 bei *e*. Die sich berührenden Zellenwände sind schon verwachsen. Bei einem feinen Querschnitt erkennt man deutlich, dass der Cytoblast in der Zellenwand eingeschlossen ist.

Fig. 77. Zellen des fast reifen Albumens in einem feinen Querschnitt.

Fig. 78. Gemeinschaftliche Scheidewand zwischen zwei Zellen, aus Fig. 77 stärker vergrössert. Man unterscheidet (bei *b*) die schichtenweisen Ablagerungen auf der innern Wandung und die durch ihr locales Fehlen entstandenen Porencanäle (bei *a*). — Ich zählte deutlich 9 — 12 Schichten, die innerhalb 14 Tagen entstanden waren.

Fig. 79. Spore aus *Rhizina laevigata Fries*, mit dem Cytoblasten.

Fig. 80 — 82. Verschiedene Cytoblasten aus dem Embryosacke von *Pimelea drupacea* vor Erscheinung der Zellen.

Fig. 83. Junge Zelle mit ihrem Cytoblasten ebendaher. Letzterer zeigt hier ausnahmsweise drei Kerne.

Fig. 84. Aus dem *Ovulum* heraushangendes Stück des Embryonalendes vom Pollenschlauch bei *Orchis Morio*, in welchem sich bereits nach oben Zellen gebildet haben. Nach unten erkennt man noch den ursprünglichen Pollenschlauch. Die hier fast kugligen Cytoblasten sind deutlich in der Zellenwand eingeschlossen.

Fig. 85. Embryonalende des Pollenschlauchs aus *Linum pallescens* nebst einem anhängenden Läppchen des Embryosackes (*a*). Der Zellenbildungsprocess ist im Beginnen. Man erkennt nach oben schon eine junge Zelle mit ihrem Cytoblasten, darunter mehrere noch lose schwimmende Zellenkeime.

Fig. 86 — 88. Beginn der Keimung bei den Sporen der *Marchantia polymorpha*. Vergl. den Text S. 140.

Fig. 89. Stücke von dem zellig gewordenen Pollenschlauch bei

Digitized by Google

*Orchis latifolia* in der höchsten Entwickelung; der Ueberzug des Pollenschlauchs ist nicht mehr zu erkennen. Der Cytoblast ist ganz wie bei Fig. 84 in der Zellenwandung eingeschlossen.

Fig. 90 und 91. Zwei isolirte Zellen aus dem Terminaltrieb (*punctum vegetatationis Wolff*) von *Gasteria racemosa*; in 90 sieht man zwei freie Cytoblasten, in 91 zwei neu gebildete Zellen in der Mutterzelle.

Fig. 92. Ganz junges Blatt von *Crassula portulaca*, die fünf dasselbe noch allein zusammensetzenden Zellen sind noch von einer Mutterzelle umschlossen.

Fig. 93. Drei Zellen aus einem gegliederten Haare einer Kartoffel mit einem Netz von Schleimströmchen an den Wänden. Bei der mittelsten Zelle ist durch Pfeile zum Theil die Richtung der Strömchen angedeutet.

Wo ich bis jetzt bei Phanerogamen diese Bewegungen in den Zellen beobachtete, fand ich stets, dass das sich Bewegende aus einer vom übrigen wässrigen Zellensaft ganz verschiedenen gelblichen, schleimigen, in destillirtem Wasser völlig unauflöslichen Flüssigkeit mit eingemengten feinen, schwarzen Körnchen bestand, und selbst, wo die Strömchen so fein wurden, dass sie nur noch als ganz kleine, zarte Linien schwarzer Punkte erschienen, gelang es mir doch bei stärkerer Vergrösserung, die gelbliche Schleimflüssigkeit zu erkennen, besonders wenn der nicht selten günstige Umstand eintrat, dass ein zufälliges Hinderniss das Strömchen hemmte, wodurch eine etwas grössere Menge der strömenden Materie aufgehäuft wurde, und meist dann auch eine Veränderung der Richtung, oder eine Theilung erfolgte.

Fig. 94. Zellen aus der *Epidermis pericarpii* von *Ocymum basilicum* mit Wasser befeuchtet, so dass der Schleimkegel sich ausgedehnt, und die äussere Zellenwand (*a*) von den Seitenwandungen (*b*) abgerissen hat.

Fig. 95. Zellen d. *Epiderm. pericarp.* v. *Ziziphora dasyantha.*

Fig. 96. - - - - - *Salvia verticillata.*

Fig. 97. - - - - - *Salvia Horminum.*

Digitized by Google

Fig. 98. Zellen d. *Epiderm. pericarp.* von *Salvia Spielmanni.* Bei 95—98 bedeutet *a* die Reste der Seitenwandungen der zerrissenen Zellen.

Fig. 99. Ein Stück der Epidermis (*a*) und des Integuments (*b*) des *Ovuli* von *Collomia coccinea.* Die Epidermiszellen enthalten nur Stärkekörner.

Fig. 100. Die Epidermiszellen des halbreifen Saamens derselben Pflanze, meist Gummi, bei *a* noch etwas unzersetzte Stärke enthaltend.

Fig. 101. Dieselben Zellen beim fast reifen Saamen. Aus dem gänzlich verzehrten Inhalte haben sich schöne Spiralfasern gebildet.

Fig. 102. Oberhautzellen des Saamens von *Leptosiphon androsaceum* mit Wasser befeuchtet, so dass die Gallertkegel ausgetreten sind. (*a*) Reste der Zellenwände.

Fig. 103. Zellen aus der Oberhaut des Saamens von *Hydrocharis Morsus ranae.* In dem untern Theile der Zellen, wo sie mit einander verbunden sind, nehmen die Spiralwindungen eine andere Richtung an, als in dem obern freien Theil der Zelle.

Zu Fig. 94 bis 103 vergleiche man den Text S. 135 bis 137.

Digitized by Google

# VII.

## Einige Bemerkungen über den vegetabilischen Faserstoff und sein Verhältniss zum Stärkemehl.

Indem ich die folgenden Beobachtungen der Oeffentlichkeit übergebe, leitet mich dabei nur der Wunsch, dadurch geübte Chemiker zu veranlassen, eine Untersuchung aufzunehmen und durchzuführen, zu deren erfolgreicher Uebernahme es mir sowohl an umfassenden chemischen Kenntnissen, als besonders auch an Uebung im Experimentiren gebricht, während doch vorauszusehen ist, dass sie unendlich folgenreich für die Wissenschaft werden kann.

Im zweiten Hefte des Wiegmann'schen Archivs (von 1838) gab ich eine kurze Notiz über die Umwandlung eines Theils der Holzfaser in Stärkekleister durch Behandlung mit Aetzkali. Durch das Interesse, das dieser Gegenstand nothwendig einflösen muss, angeregt, und durch die bekannte, liebenswürdige Liberalität des Prof. *H. Rose* aufgemuntert und unterstützt, verfolgte ich diesen Gegenstand, so weit es meine oben erwähnte Unfähigkeit erlaubte, und lege in Folgendem den Chemikern die gewonnenen Resultate vor.

Zur Einleitung muss ich hier einige Punkte aus der Pflanzenphysiologie vorausschicken, um im Folgenden verständlicher zu seyn.

Digitized by Google

Die Wandung neu entstandener Pflanzenzellen*) besteht aus einem Material, welches freilich nur unter dem Mikroskop zu beobachten, doch aber so ziemlich zu charakterisiren ist. — Es ist weich, gallertartig, wasserhell, wird von Iod gar nicht gefärbt, von Alkohol nicht körnig (wie Gummi) niedergeschlagen, und verschwindet bei längerem Liegen in vielem destillirten Wasser völlig auf ähnliche Weise, wie der Stoff, den ich (am angeführten Orte) Pflanzengallerte genannt habe, wozu grösstentheils *Berzelius's* Pflanzenschleim zu zählen ist, und welchen man besonders häufig in grösster Reinheit in Orchisknollen und im Mark und Rindengewebe der Cacteen antrifft.

Bei dem allmäligen Wachsen der Pflanzenzelle erhärtet diese Substanz und verliert ihre Vertheilbarkeit in Wasser, aber nicht ihre übrigen Eigenschaften. Sobald die Zelle völlig ausgewachsen ist, verdickt sich ihre Wandung durch schichtenweise Ablagerungen auf dieselbe, und ich habe viele Gründe zu vermuthen, dass diese secundären Ablagerungen ebenfalls anfänglich aus Pflanzengallerte bestehen. Für einzelne Gebilde habe ich dieses schon in *Müller's* Archiv l. c. wahrscheinlich zu machen gesucht.

Man muss aber die auf diese Weise verdickten Zellen in zwei grosse Gruppen sondern, obwohl dieselben ihrer Form, ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften nach nicht scharf von einander abgegrenzt sind und Mittelformen in jeder Hinsicht vorkommen. —

Es sind dies 1) die Zellen, bei denen die Längendimension sehr überwiegt (Bastzellen, Gefässe und Holz der botanischen Kunstsprache), und 2) diejenigen Zellen, bei denen keine Dimension eigentlich vorherrschend ist (das sogenannte Parenchym der Botaniker). Bei dem ersteren ist die Conformation der secundären Ablagerungen sehr verschieden, und die Wandungen, mit Ausnahme der genannten Gefässe, im Verhältniss zu ihrem Lumen sehr verdickt; die letzteren dagegen sind ihrem ungleich grösseren Theile nach der Art, dass die secundären Schichten durchlöchert sind und die Wandungen relativ

*) Das Ausführliche hierüber findet man in *Müller's* Archiv für Physiologie, Bd. 1838, Heft 2. VI dieser Sammlung.



Digitized by Google

dünn erscheinen. — Bei allen aber ist die Grundlage der secundären Bildungen die Spirale.

Wo nicht durch fremdartige Stoffe, die das Gewebe imprägniren, ein verschiedenes Resultat bedingt wird, reagirt die primäre Zellenmembran in keiner Pflanze und in keinem Pflanzentheile auf Iod. Die secundären Ablagerungen dagegen werden durch dieselbe stets mehr oder weniger gelb gefärbt, wodurch eine chemische Differenz dieser beiden Stoffe schon angedeutet wird. Dieses wird nun durch folgende Thatsache bestätigt. — Wenn man dünne Schnitte irgend einer Pflanze, je nach der Festigkeit der Substanz, mit dem 2- bis 8fachen Gewichte trocknen Kalis und einer gleichen Menge Wassers heftig aufkochen lässt, und dann bei schwächerem Feuer langsam abdunstet, bis die sich erhebenden Blasen sich mit einer Salzkruste bedecken, sodann die Masse gleich in Wasser auflöst, mit irgend einer Säure, am besten mit Schwefelsäure, bis zur schwach sauren Reaction übersättigt, und dann Iod zusetzt, so erscheint die ganze Masse des unzerstörten Holzes blau, bis in's tiefste Schwarzblau gefärbt.

Unter den Holzarten gelingt der Versuch am leichteten mit Raspelspähnen von Kiehnsplint (*Pinus sylvestris*). Wenn man so glücklich war, in Allem gerade das rechte Verhältniss zu treffen, wofür ich aber noch keine Regel geben kann, so besteht die Substanz aus höchst zarten, vereinzelten Fäserchen, nämlich aus den getrennten Holzzellen*).

*) Die Wände dieser Zellen erscheinen dann unter dem Mikroskop aufgequollen, gelatinös und mit schräg laufenden Spalten bezeichnet, die, wenn man sie in der ganzen Länge der Zelle in Verbindung gesetzt denkt, dieselbe in 2- bis 5 spiralig aufgewickelte Bänder zerfällen würden. Das Lumen dieser Spalten ist ungefärbt und durchsichtig, während die Wand in ihrer ganzen Dicke wunderschön indigblau erscheint. Von den eigenthümlichen Poren der Coniferenzellen ist, von der Fläche gesehen, nichts mehr zu bemerken, da die Erscheinung des äusseren Ringes dieser Poren eben nur durch das Zusammenliegen zweier Zellen bedingt ist. Zwei Zellen liegen nun aber im Holze stets so an einander, dass die Spalten sich kreuzen, und der innere Ring der Poren entsteht aus den sich entsprechenden Theilen der Lumina zweier sich kreuzenden Spalten, was man freilich alles bei genauer Untersuchung auch am unversehrten Holze beobachten kann.

Digitized by Google

Wenn ich die so modificirten Zellen eine halbe Stunde lang im Agatmörser rieb, und dann kürzere oder längere Zeit (selbst eine Stunde lang) mit Wasser auskochte, konnte ich doch in dem abfiltrirten Wasser keine Stärke entdecken. Auch zeigte sich unterm Mikroskop, dass nur hin und wieder eine Zelle (vielleicht schon früher durch den Schnitt) zerrissen war. — Wahrscheinlich ist die Unzerstörbarkeit der primären Membran Ursache dieser Erscheinung. — Dabei verloren aber die Zellen durch längeres Kochen im Wasser die Eigenschaft, durch Iod blau gefärbt zu werden, auch erschienen die Wände dann unter dem Mikroskop dünner.

Wenn sie nun aber zum zweiten Male mit Aetzkali abgedampft wurden, so reagirten sie abermals auf Iod, welche Eigenschaft sie aber wieder durch Kochen mit Wasser verloren und darauf noch dünnere Wände zeigten. — Wurde der Versuch zum dritten Male wiederholt, so löste sich fast Alles zu Ulmin auf, und nur durch's Mikroskop entdeckte ich noch einzelne unzerstörte Zellen, die noch durch Iod blau gefärbt wurden.

Bei der ersten Abdampfung wurde das Aetzkali kohlensauer und meist dunkelbraun (beim Lindenholz prachtvoll burgunderroth) gefärbt, welche Färbung aber durch Zusatz von Säuren grösstentheils verschwand, wobei nur eine geringe Menge Ulmin gefällt wurde.

Mark- und Rindenzellengewebe von jeder Pflanze geben das-

---

Uebrigens sind die Zellen des Coniferenholzes spindelförmig, wie bei allen Holzarten, und an beiden Enden völlig geschlossen. Bei *Pinus sylvestris* haben sie etwa die Länge von 0,04 bis 0,06 Par. Zoll.

Die dicksten Coniferenzellen, die ich kenne, aus üppig gewachsener Splinte von *Pinus sylvestris*, haben einen

| | | |
|---|---|---|
| Durchmesser (parallel der Rinde) von | 0,00111 | 0,00213 P. Z. |
| Die Wände von | 0,00005 | 0,00008 - - |
| Bleibt für ihr Lumen höchstens | | 0,00197 - - |
| Ein dünnes Frauenhaar hat | | 0,00300 - - |

mindestens im Durchmesser. — Wenn daher Hr. *Corda* „über Spiralzellen" behauptet, dass er in die porösen Zellen der Coniferen Menschenhaare eingeführt, und dadurch ihre Continuität auf Zoll - (!), Fuss - (!!) und Organenlänge (!!!) nachgewiesen, so bleibt er darin dem Charakter seiner übrigen Arbeiten völlig getreu.



Digitized by Google

selbe Resultat leichter, und bei diesen erkennt man, wegen der vielleicht ohne Ausnahme überall vorhandenen grösseren Poren (noch leichter bei Spiralfaserzellen), dass die primäre Membran der Zellen, selbst bei dieser heftigen Einwirkung des Aetzkali, unverändert geblieben ist. Die auf diese Membran abgelagerten Verdickungsschichten zeigen übrigens durchaus alle die Farbennüancen von Weinroth bis in's dunkelste Veilchenblau, wie sie bei der Iodstärke vorkommen. Sehr leicht ist dieser Versuch auch mit zerkleinerter Leinwand oder Baumwolle anzustellen.

*Braconnot* giebt an, dass wenn er Sägespähne mit gleichem Gewicht Aetzkali und Wasser zur Trockne abdampfte, im Augenblick des Aufblähens plötzlich fast die ganze Holzmenge aufgelöst und in Ulmin verwandelt werde. Ich muss gestehen, dass mir dies nie hat glücken wollen, und dass bei so geringer Menge Aetzkali ich fast immer die ganze Holzmenge unverändert fand.

Bei der Unmöglichkeit, die gebildete vermuthliche Stärke als Kleister darzustellen, bliebe ihre wirkliche Existenz, trotz der charakteristischen Reaction auf Iod, noch immer sehr zweifelhaft, wenn nicht der folgende Versuch die Sache wenigstens bis zum höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit erhöbe.

Wenn man nämlich ungefähr 3 Theile concentrirter Schwefelsäure mit 1 Theil Wasser verdünnt in der Kälte etwa eine halbe Minute auf irgend ein Pflanzengewebe einwirken lässt, dann Iod zusetzt und das Ganze genau durch einander mengt, so erhält man ebenfalls eine kleine Menge durch Iod gefärbten Kleisters. — Am geeignetsten zu diesem Versuch sind zarte Schnitte des Markes und der jungen Rinde, oder irgend eines anderen parenchymatischen Theiles. — Man kann hier, wenn man durch zweckmässige Manipulation eine möglichst gleichzeitige Einwirkung der Schwefelsäure herbeiführt, selbst ziemlich bedeutende Mengen von Iodstärke erhalten. Nimmt man Holz zu diesem Versuch, so ist die gebildete Menge von Stärke meist zu geringe, um mit blossem Auge erkannt zu werden. Unter dem Mikroskop sieht man leicht, dass die Einwirkung der Schwefelsäure, von aussen nach innen fortschreitend, zwar die ganze Masse nach und nach in Stärke verwandelt, die gebildete Stärke aber auch fast eben so schnell in Gummi umändert. — Dabei

Digitized by Google

wird aber die primäre Zellenmembran ebenfalls zerstört, und, wie ich glaube aus einigen wenigen glücklichen Beobachtungen schliessen zu dürfen, auch in Stärke umgewandelt.

Da nämlich die Schwefelsäure die vegetabilischen Stoffe eben so schnell verwandelt und auflöst, als durchdringt, so sieht man unter dem Mikroskop selten Zellen, die noch ihre Form und die Structur ihrer Wände behalten haben, und doch schon durch und durch in Stärke umgeändert sind. — Indess ist mir diese Beobachtung doch einige Male an den Blättern von *Pleurothallis ruscifolia*, *Oncidium Ceboletta* und *altissimum* geglückt, und hier zeigte sich die Zellenmembran blass-, die Spiralfiber aber dunkel-indigblau gefärbt.

Der Erfolg hängt hier überall ganz von dem Verhältniss der Concentration der Schwefelsäure zu der Festigkeit des Gewebes ab, die bekanntlich in jeder Pflanze wie in jedem Pflanzentheile verschieden ist, und ich bin nicht im Stande, hierüber eine andere Regel zu geben, als durch Versuche das rechte Verhältniss zu erforschen. — Um den auf diese Weise aus der Pflanzenfaser gebildeten Stärkekleister in einiger Menge isolirt zu erhalten, nehme man zerkleinerte ungesponnene Baumwolle, feuchte sie mit destillirtem Wasser an, und drücke sie wieder aus, so dass kein Wasser mehr anhängt. — Man breite sie dann in einer flachen Porcellanschale in eine dünne Lage aus, und benetze möglichst rasch und gleichzeitig die ganze Oberfläche mit der, wie oben angegeben, verdünnten Schwefelsäure. Nach höchstens einer halben Minute setze man reichlich Iodtinctur zu, reibe die Masse rasch mit einem Pistill durch einander, und verdünne sie sogleich mit Wasser, worauf sich in Kurzem die Iodstärke zu Boden setzt, die man dann abfiltriren und weiter untersuchen kann.

Schon *Braconnot* hatte die Umwandlung der Pflanzenfaser in Gummi und später in Zucker vermittelst Schwefelsäure entdeckt, ihm war aber dabei entgangen, dass dies nur eine secundäre Verwandlung ist, und dass die Holzfaser primär in Stärke übergeht, das gebildete Gummi und der Zucker also Stärkegummi und Stärkezucker sind.

Wenn man nun auf die alten Analysen der Holzfaser von *Prout*, *Gay-Lussac* und *Thénard* fusst, so unterscheidet sich

Digitized by Google

dieselbe von der Stärke und den damit isomeren Stoffen durch einen Mindergehalt von 2 At. Wasser, Letztere $= C_{12} H_{20} O_{10}$, Erstere $= C_{12} H_{16} O_8$ gesetzt.

Wenn man aber erwägt, dass Aetzkali und Schwefelsäure so ganz auf gleiche Weise die Holzfaser in Stärke verändern, wenn man ferner dieses Ergebniss mit den bekannten metamerischen Verwandlungen der Stärke und der isomeren Körper zusammenhält, so wird wohl mehr als wahrscheinlich, dass hier ebenfalls nur eine metamerische Umänderung stattgefunden. Es ist daher entweder die Annahme des Atomengewichts der Holzfaser, oder die der Stärke u. s. w. falsch, oder beide sind es in der Art, dass ihnen allen ein gleicher, noch nicht erkannter Stoff zum Grunde liegt, der in verschiedenen Hydratzuständen und bei verschiedener Verdichtung so verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften zeigt.

Uebrigens finden sich vom Faserstoff (besser vegetabilischer Membranenstoff), eben so wie von Stärke, Gummi, Zucker u. s. w., höchst mannigfache Modificationen, die als Unterarten eines allgemeinen näheren Pflanzenbestandtheiles angesehen werden können. Auf den grossen Unterschied der primären Zellenmembran von den secundären Ablagerungen in ihrem Verhalten zu Aetzkali habe ich schon aufmerksam gemacht. — Beim Birkenholz hat es mir nicht gelingen wollen, durch Kochen mit Aetzkali die Umwandlung in Stärke zu bewirken, obwohl Schwefelsäure darauf eben so wie auf anderes Holz wirkt. Bei einigen zarteren Geweben, z. B. in den Blättern der tropischen Orchideen, beim Parenchym der Saftgewächse, genügt oft schon ein wenige Minuten anhaltendes Kochen in Aetzkali, um die Umwandlung der secundären Schichten in Stärke zu bewirken. — Andere Modificationen sind schon unter den Namen Medullin, Korkstoff, Fungin, stärkemehlartige Faser etc. bekannt. — Auch scheint der von *Henry* in der Macis entdeckte Stoff, der mit Iod eine purpurfarbene Verbindung eingeht, hierher zu gehören.

Dass diese Untersuchung noch eine reiche Fundgrube für höchst interessante Entdeckungen ist, geht, wie ich glaube, aus dem Angeführten zur Genüge hervor, und ich wünsche nichts so sehr, als dass durch diese Mittheilung ein Chemiker

Digitized by Google

sich bewogen fühlen möchte, die Sache einer ernsten Prüfung werth zu halten.

Nachtrag. — Folgende Entdeckung, die ich vor einigen Tagen machte, bestätigt das Obige auf merkwürdige Weise. — Der sehr grosse Embryo von *Schotia latifolia* hat nämlich, mit Ausnahme der Oberhaut, lauter Zellen, deren Wände durch sichtbare concentrische Schichten sehr verdickt und von Poren durchbohrt sind. Sie enthalten nur etwas Schleim. — Schneidet man den Embryo durch, so löst er sich, mit Ausnahme der Oberhaut, völlig in Wasser auf, und dieses färbt sich dann durch Iod blau. — Kurz hier ist eine Pflanze, bei der das ganze Zellgewebe schon im natürlichen Zustande aus Stärke besteht.

Digitized by Google

# VIII.

## Ueber das Amyloid, eine neue Pflanzensubstanz;

von

**Dr. Th. Vogel und Dr. M. J. Schleiden.**

Wir wünschen in den folgenden kurzen Bemerkungen nur aufmerksam zu machen auf eine, wie uns scheint, höchst interessante vegetabilische Materie, da es uns zu einer ausführlichen Untersuchung derselben eben so sehr an Zeit als an Material mangelte*).

*Schleiden* hat in dieser Zeitschrift (Bd. XXXXIII. S. 398) in einer Note einer Entdeckung erwähnt, dass beim Embryo einer *Schotia latifolia* die Zellenmembran selbst durch Iodine blau gefärbt wird. Wir fanden bei unseren Untersuchungen über den Embryo der Leguminosen mehrfach ein ähnliches Verhalten, aber auch zugleich so wesentliche Abweichungen dieser Substanz von der Natur des Stärkemehls, dass wir uns berech-

*) Diese Bemerkungen wurden schon im Frühjahr 1838 von uns niedergeschrieben, ihre Veröffentlichung durch Zufall bis jetzt verschoben.

Digitized by Google

tigt halten, dieselbe als eine neue vegetabilische Substanz anzusprechen, die wir wegen ihrer Eigenschaft, mit kochendem Wasser eine Art Kleister zu bilden und durch Iodine blau gefärbt zu werden, Amyloid nennen.

Das Amyloid kommt gebildet in der Natur vor. Wir fanden es bis jetzt bei *Schotia latifolia* und *speciosa*, *Hymenaea Courbaril*, *Mucunna urens* und einer anderen unbestimmten Art desselben Genus und bei *Tamarindus indica*. — Bei allen diesen Pflanzen sind die Saamen sehr gross, ohne Albumen, und die verhältnissmässig dünne Saamenschale wird fast ganz von den fleischigen Kotyledonen angefüllt. Das Parenchyma dieser Kotyledonen besteht, mit Ausschluss der sehr zarten Epidermis und der Gefässbündel, aus Zellen, die, bald rundlicher, grössere, mit Luft erfüllte Intercellularräume, bald regelmässig-polyëdrisch, nur zarte, ebenfalls lufterfüllte Intercellulargänge bilden. Bei allen Zellen sind die Wandungen sehr verdickt, mit mehr oder minder deutlich erkennbaren Schichten, und von Porencanälen durchbohrt, die nach Aussen enger, nach Innen sich trichterförmig erweitern.

Der Inhalt dieser Zellen ist eine geringe Menge körnigen Schleims, der durch Iodine brandgelb gefärbt wird, und in Alkohol, kaltem und kochendem Wasser unauflöslich ist.

Dem unbewaffneten Auge erscheint die Kotyledonarsubstanz weissgelb, etwa von der Farbe des Elfenbeins, und lässt sich mit dem Rasirmesser in feine Spähne schneiden.

Mit Iodtinctur benetzt, nimmt die Zellenwandung in ihrer ganzen Dicke eine prachtvolle blaue Farbe an. In kleine Theile zerschnitten und mit kaltem Wasser in einem Porcellanmörser zerrieben, löst sich ein Theil der Masse in Wasser auf, welche Lösung sich ganz eben so verhält wie die gleich zu erwähnende in heissem Wasser.

Kocht man die in kleine Stückchen zerschnittenen Kotyledonen in Wasser, so löst sich eine grössere Menge auf und bildet eine Art von Kleister, der aber, selbst bei bedeutender Verdickung, beim Abkühlen nicht gelatinirt. Nach 12stündi-

Digitized by Google

gem Kochen bleibt aber doch noch immer, wie es scheint, das ganze Zellgewebe zurück, und nur an äusserst feinen Schnitten sieht man, mit Hülfe des Mikroskops, dass von den die Wand bildenden Schichten nur die mittleren, mit Ausnahme der inneren und äusseren, aufgelöst sind. Am leichtesten löst sich die Substanz bei *Schotia*, am schwersten bei *Tamarindus* auf. Nichts destoweniger werden aber auch nach noch so langem Kochen und nach noch so häufigem Wechseln des Wassers die übrigbleibenden Schichten auch dann noch in ihrer ganzen Masse blau durch Iodine.

Ob sich bei länger fortgesetztem Kochen oder im papinianischen Digestor Alles auflöse, haben wir nicht versuchen können.

Die beim Kochen gebildete klebrige Flüssigkeit wird durch wässrige Iodine, nach Maassgabe der zugeführten Menge, blassgelb bis dunkelgoldgelb gefärbt. Durch weingeistige Iodtinctur wird sie dagegen als eine schöne blaue Gallerte niedergeschlagen. Dieser blaue Niederschlag löst sich aber in destillirtem Wasser vollständig mit goldgelber Farbe auf, und wird daraus durch Zusatz von Schwefelsäure in braunen Flokken gefällt.

Durch absoluten Alkohol wird die Auflösung in heissem Wasser als eine klare, helle Gallerte gefällt, und diese Gallerte wird durch Iod nicht gefärbt.

In diluirtem Aetzkali löst sich die Masse, ähnlich wie in heissem Wasser auf. Durch Zusatz von Iodine und Säure wird sie daraus als blaue Gallerte niedergeschlagen, welche sich in destillirtem Wasser mit goldgelber Farbe auflöst, ohne dass nun durch neuen Säurezusatz die blaue Farbe wieder hergestellt würde.

In diluirter Schwefelsäure löst sie sich ebenfalls wie in Wasser zu einer klebrigen Flüssigkeit mit etwas röthlichem Schimmer auf, deren Verhalten gegen Iod und Wasser mit dem vorigen übereinstimmt.

In concentrirter Schwefelsäure löst sie sich rasch zu einer braunen Flüssigkeit auf, die durch Iod nur in dunkelbraunen Flocken gefällt wird.

Digitized by Google

Weitere Versuche, namentlich, ob sich durch Kochen mit Schwefelsäure aus dem Amyloid Zucker bilde u. s. w., konnten wir wegen Mangels an Material nicht anstellen, und ersuchen Chemiker um weitere Verfolgung dieser Andeutungen.

Schliesslich bemerken wir noch, dass das in der oben erwähnten Anmerkung zu vorschnell von *Schleiden* Mitgetheilte nach dem Gegenwärtigen zu berichtigen ist.

Digitized by Google

# IX.

## Noch einige Bemerkungen über den vegetabilischen Membranenstoff und sein Verhältniss zum Stärkemehl.

In Nr. 39 der Flora Jahrg. 1840 findet sich ein sehr interessanter Aufsatz von *Hugo Mohl:* „über die blaue Färbung der vegetabilischen Zellenmembran durch Iod." Ich freue mich abermals meinem Freunde *Hugo Mohl* auf demselben Felde der Forschung freundschaftlich zu begegnen und will mir hier erlauben, einige Bemerkungen hinzuzufügen, indem es mir scheint, dass ich aus denselben Thatsachen und deren nothwendiger Zusammenstellung mit andern etwas andere Resultate gezogen habe als *Hugo Mohl.*

Fast alle Angaben *Mohl's* kann ich aus eigenen schon lange gemachten Versuchen bestätigen; — ich musste wohl darauf kommen, da ich mich von jeher bei den Versuchen mit Iod ausschliesslich der von *Mohl* als die vorzüglichste empfohlenen Methode bedient habe.

Den Aufsatz über das Amyloid von Dr. *Vogel* und mir (in *Poggendorff's* Annalen vom Jahr 1839) scheint *Mohl* nicht gekannt zu haben. — Wir fanden nämlich bei unsern Untersuchungen über das Albumen der Leguminosen, dass sich die Kotyledonarzellen von *Schotia latifolia* und *speciosa*, *Hymenaea*

Digitized by Google

*Courbaril*, *Mucunna urens* und *Sp. inc.*, *Tamarindus indica* nicht nur durch Iod bläuen, sondern überhaupt ein Verhalten zeigen, welches die Substanz, aus der sie bestehen, ebenso weit von der Holzfaser als vom Stärkemehl entfernt, die wir deswegen Amyloid nannten.

Ferner scheint *Mohl* die Arbeit von *George Dickie* (*Annals of nat. hist. etc.* Mai 1839. p. 165.) nicht gekannt zu haben, wo er die blaue Färbung des Fruchtlagers der Flechten durch Iod ausführlich beschreibt. — Ich habe dem nur noch hinzuzufügen, dass diese Färbung ebenfalls bei *Baeomyces* eintritt und dass bei den Flechten entschieden Stärke vorhanden zu seyn scheint, da sich die Asci beim Kochen in Wasser allmälig auflösen und einen durch Iod blau zu färbenden Kleister bilden, wozu sich besonders *Borrera ciliaris* eignet.

Die Färbung der ganzen Substanz bei *Cetraria islandica* war schon früher bekannt; ich füge nur noch hinzu, dass hier constant nur die Rindenschichten, aber nicht die Faserzellen im Mark gefärbt werden, dass erstere sich im kochenden Wasser auflösen (Moosstärke *Berz.*), letztere nicht (stärkemehlartige Faser *Berz.*).

*Mohl* hätte, wie mir scheint, aus seinen Untersuchungen zwei Schlüsse ziehen können, die er ausdrücklich wenigstens nicht daraus zieht:

1) Dass es mit dem Iod als Reagens auf Stärkemehl nichts mehr ist. — Was schon aus der Entdeckung des Amyloids folgte.

2) Dass die blaue Färbung vegetabilischer Stoffe durch Iod keine eigentliche chemische Verbindung ist.

Die verschiedenen vegetabilischen Stoffe nehmen von Iod alle Farben an, die das Iod selbst in seinen verschiedenen Aggregatzuständen zeigt, und keine andere.

Eine grosse Menge Kleister wird durch einen Tropfen Iod blau, durch einen zweiten dunkler u. s. w. gefärbt bis zum Sättigungspunkt. Eine gesättigte Auflösung ist aber keine chemische Verbindung.

*Mohl* spricht sich dagegen aus (S. 627.), dass die blaue Färbung der Membran eine wesentliche Verschiedenheit von gewöhnlicher Zellmembran anzeige, weil es nicht wahrscheinlich

Digitized by Google

sey, dass Zellen aus verschiedener Substanz gebildet neben einander in derselben Pflanze vorkommen, doch sagt er (S. 536), dass die verschiedene Färbung nicht blos von dem Iod, sondern auch von der Beschaffenheit der Membran abhänge. Diese verschiedene Beschaffenheit kann aber nicht die blosse Lockerheit seyn, denn viele Arten Pflanzengallerte sind zum Theil fester als das Gewebe mancher Tangarten, z. B. *Mesogloja*, und lokkerer als die meisten Zellenmembranen, sie werden aber doch durch Iod nicht gefärbt. So ist das Bassorin im Traganthgummi offenbar lockerer als die eingestreuten Stärkekörnerchen, aber doch viel weniger locker als sehr verdünnter Stärkekleister. Dieser und die Stärke werden aber durch Iod gefärbt, das Bassorin aber nicht. — Dem Bassorin nahe verwandt ist die Pflanzengallerte in den Orchisknollen. Wenn man diese bei der sich allmälig bildenden Knolle verfolgt, so findet man, dass sie am Anfang und am Ende der Vegetationsperiode der Knolle blau gefärbt wird und nach ihrem ganzen übrigen Verhalten geradezu aus Stärkekleister besteht. — In der mittleren Periode aber zu der Zeit, wenn die Knollen zur Salepbereitung gesammelt werden, färbt sich die Gallerte nicht durch Iod und zeigt auch sonst alle charakteristischen Kennzeichen der Gallerte. — Ja das einfachste Beispiel ist, dass Stärkekleister nach mehrmaligem Abdampfen und Wiederauflösen scheinbar unverändert seine Eigenschaft durch Iod gebläuet zu werden verliert und so dem Gummi gleich geworden ist.

Der Punkt nämlich, auf den es hier eigentlich ankommt, ist der: „was man unter wesentlicher Verschiedenheit zweier vegetabilischer Substanzen verstehen will.“

Freund *Mohl* scheint geneigt, Vieles den Chemikern anheim zu stellen; ich bin der Meinung, dass wir da lange warten könnten und dass wir uns wohl einstweilen für unsere physiologischen Fragen selbst helfen müssen. Die Chemiker sind bis jetzt viel zu wenig Physiologen, um gerade mit den Stoffen, um die es sich hier handelt, irgend etwas Ordentliches anfangen zu können*). Wer nicht die chemischen Untersuchungen

*) Wenn man die nichtssagenden Urtheile von *Berzelius* und *Liebig* über die Schwann'schen Entdeckungen der Gährungspilze liest, sollte

beständig mit genauen mikroskopischen Beobachtungen begleitet und wiederum bei allen mikroskopischen Untersuchungen nicht beständig die chemischen Verhältnisse berücksichtigt, wird in dem Chemismus der lebenden Pflanze nie etwas Brauchbares leisten. —

Mag es mir hier vergönnt seyn, einen Versuch zur Lösung der obigen Frage zu liefern und dabei etwas weiter auszuführen, was ich schon im Jahr 1838 (*Müller's* Arch. S. 142) in kurzen Umrissen andeutete, wo ich aber, wie mir scheint, nicht allgemein verstanden worden bin.

Wenn wir Stoffe von einander unterscheiden wollen, so ist wohl die erste und nächstliegende Frage nach ihrer chemischen Zusammensetzung. Diese wird also zuerst bei den näheren vegetabilischen Bestandtheilen zu berücksichtigen seyn. Die Stoffe, um die es sich handelt, sind folgende:

Zucker,
Gummi,
Vegetab. Gallerte *vulgo* Schleim*),
Inulin,

---

man glauben, die beiden Herren hätten nie von solchem Ding, wie ein Mikroskop ist, gehört. Was aber ohne Frage daraus hervorgeht, ist, dass sie von dem, was die neueren Mikroskope und neueren Untersuchungsmethoden leisten, gar keine Ahnung haben. Wenn *Liebig* meint, es sey Methode geworden, alle kleinen Kügelchen organischer Materie Zellen zu nennen, so antworten wir ihm, dass, wer bei so grossen Körpern wie die Gährungspilze nicht mit völliger Evidenz nachweisen kann, dass es Zellen sind, besser thut, die Physiologie und das Mikroskop an den Nagel zu hängen und bei Herrn *Liebig* mit der Lupe organische Kügelchen zu betrachten. Uebrigens erkennt man die Gährungspilze nicht blos als Zellen, sondern man erkennt auch in ihnen noch verschiedenartigen zum Theil körnigen Inhalt. Wenn aber *Berzelius* von der Schwann'schen Leichtfertigkeit spricht, so weiss man in der That nicht, was man dazu sagen soll. —

*) Schleim ist ein höchst unpassender Ausdruck, denn der thierische Schleim ist stickstoffhaltig, der vegetabilische nicht, auch hat die vegetabilische Gallerte die charakteristische Eigenschaft, mit viel gebundnem Wasser als fester Körper zu erscheinen, grade wie die *gelatina animalis*.

Digitized by Google

Stärke,
Amyloid,
Membranenstoff *vulgo* Holzfaser.

Der Zucker ist nach den neuesten und übereinstimmenden Analysen der ausgezeichnetsten Chemiker sowie der geistreichen Berechnung von *Liebig* zu Folge, wie folgt, zusammengesetzt:

| | C | H | O |
|---|---|---|---|
| 1) Wasserfreie Bleioxydverbindung nach *Berzelius* und *Liebig* | 12 | 20 | 10 |
| 2) Krystallisirter Rohrzucker nach *Gay L.*, *Thén.*, *Berz.*, *Liebig* | 12 | 22 | 11 |
| 3) Traubenzucker aus Trauben, Honig und Stärke nach *de Saussure* und *Prout* | 12 | 28 | 14 |
| 4) Derselbe aus der krystallisirten Verbindung mit Kochsalz nach *Brunner* | 12 | 24 | 12 |

Bei allen diesen Formeln finden wir 12 At. Kohlenstoff mit 10 — 14 At. Wasser verbunden. Bei gewissen allgemeinen Uebereinstimmungen treten aber durch diesen Wechsel des blossen Wassergehalts noch mannigfache andere Verschiedenheiten auf, z. B. die Gährungsfähigkeit. Denn Milchzucker ist mit 4) isomer zusammengesetzt, ist nicht gährungsfähig, geht aber mit verdünnter Schwefelsäure gekocht geradezu in krystallisirten Traubenzucker 3) über und wird dadurch gährungsfähig. Als charakteristische Eigenschaft für den Zucker überhaupt können wir kaum etwas anderes als 1) den süssen Geschmack festhalten, und es ist bekannt, wie er theils auch diesen mit andern vegetabilischen Substanzen theilt, z. B. dem Oelsüss, theils aber auch dadurch, dass sich dem süssen ein scharfes, kratzendes beimischt, ganz allmälig in widrige Geschmäcke übergeht, z. B. beim Süssholzzucker aus *Abrus precatorius*. 2) Ist der meiste Zucker gährungsfähig, obwohl auch hier der Mannazucker, Süssholzzucker schon abweicht, da doch bekannt ist, wie leicht namentlich der Mannazucker durch freiwillige Zersetzung aus den andern Zuckerarten sich bildet.

Digitized by Google

**Gummi.** Von diesem Pflanzenstoff kann hier nur das sogenannte Arabin in Betracht kommen, da wir das Bassorin mit zu der vegetabilischen Gallerte zählen müssen.

Die besten und neuesten Analysen geben uns folgende Zusammensetzungen:

| | C | H | O |
|---|---|---|---|
| 1) Mimosagummi mit Bleioxyd verbunden, nach *Berzelius* und *Liebig* | 12 | 22 | 11 |
| 2) Arabin bei 120° getrocknet nach *Guerin-Vary* | 12 | 20 | 10 (?) |

Also mit wasserfreiem oder krystallisirtem Rohrzucker isomer.

**Veg. Gallerte.** Darunter verstehe ich viele Stoffe, die unter sehr verschiedenen Namen in den chemischen Handbüchern vorkommen, namentlich den Pflanzenschleim, Bassorin, Calendulin, Salep, Cerasin, Pectin.

Es fehlt uns hier gänzlich an guten Elementaranalysen, was bei einigen Formen des Stoffes wohl zu entschuldigen ist, aber namentlich beim Pectin, welches doch schnell in eine eigene Säure übergeht, den Chemikern sehr zum Vorwurf gereicht. Beide bekannte Analysen von *Herrmann* (C 10 HO 20) und *Guerin-Vary* (C 9 HO 11) widersprechen sich unter einander, beruhen auf der unsichern Methode des Trocknens, und widersprechen der Leichtigkeit, mit der einige dieser Stoffe, z. B. Salepschleim, in andere Substanzen, z. B. Stärke, übergehen, wie ich schon oben erwähnt habe.

Vom **Inulin** haben wir im Jahre 1838 zwei Analysen von *Mulder* erhalten, welche wenig von einander differiren, obwohl er *Leontodon Taraxacum* und *Inula* dazu benutzte. Beide lassen sich ungezwungen nach der Formel $C_{12} H_2 O_{10}$ berechnen.

Das **Stärkemehl** ist in neuerer Zeit so viel bearbeitet, dass eine weitläufige Literatur darüber entstanden ist. Viel weiter sind wir nicht gekommen, indess haben wir Deutschen doch den Triumph erlebt, dass nach vielen, bei geringerer Oberflächlichkeit im Arbeiten leicht zu vermeidenden Umwegen die Franzosen besonders durch die unermüdlichen Arbeiten *Payen's* end-



Digitized by Google

lich da angekommen sind, wo wir durch *Fritsche* schon vor zehn Jahren standen, und dass man anfängt, allgemein das ganz aus der Luft gegriffene Phantasiestück in *Raspail's* Manier in die literarische Rumpelkammer zu werfen. Gerade beim Stärkemehl hat es sich recht eindringlich gezeigt, wie bei Untersuchungen organischer Stoffe das Mikroskop und zwar ein gutes ganz unentbehrlich ist. Ich glaube, während die Chemiker aller Orten über die homogene Natur des Stärkemehls irrten und zweifelten, ist es keinem Phytotomen auch nur einen Augenblick eingefallen, die völlige Richtigkeit der Fritsche'schen Untersuchungen in Zweifel zu ziehen.

Die Zusammensetzung des Stärkemehls als einer einfachen nähern Pflanzensubstanz ist jetzt übereinstimmend von allen Chemikern gleich angenommen.

| | C | H | O |
|---|---|---|---|
| 1) Gewöhnliche Stärke nach *Berzelius*, *Liebig* und *Payen* | 12 | 20 | 10 |
| 2) Isländische Moosstärke nach *Mulder* (*Bull. des sciences phys. en Néerlande* 1838) | 12 | 20 | 10 |

Diese letzte Formel ist nach der Mulder'schen Analyse leicht zu berechnen. Die früheren abweichenden Analysen waren in der sehr mangelhaften Darstellung der Flechtenstärke begründet. Da die Stärke hier auch die Wände der Zellen sowie die Intercellularsubstanz bildet und nicht rein mechanisch getrennt werden kann, so ist es natürlich sehr schwer, sie ganz rein zu erhalten.

Das Gleiche gilt auch für die sog. Holzfaser oder besser den vegetabilischen Membranenstoff. Viele Analysen desselben sind ganz unbrauchbar und erinnern sehr an die Zeit, wo man die ganze Pflanze im Mörser zerstiess und in den Tiegel that. Die Chemiker hätten sich diese Mühe sparen können und würden sie sich gespart haben, wenn sie einen entfernten Begriff von der Organisation gehabt hätten. Nicht nur dass meist der Zelleninhalt ganz oder theilweise mit analysirt worden ist, es kam noch dazu, dass die vegetabilische Membran, durchdringlich für Flüssigkeit aller Art, in ihrer Substanz selbst eine Menge Ablagerungen enthält, die schwer oder gar nicht zu ent-

Digitized by Google

fernen sind. Dennoch geben die Analysen, von ausgezeichneten Männern mit Sorgfalt unternommen, überraschende Resultate.

| | C | H | O |
|---|---|---|---|
| Weiden- und Buchsbaumholz durch Wasser extrahirt, dann getrocknet, nach *Prout* | 12 | 16 | 8 |
| Blos an der Luft getrocknet | 12 | 22 | 11 |
| Verschiedene Zellenmembranen völlig gereinigt, nach *Payen* (*Ann. des sciences nat. v.* 1839) | 12 | 20 | 10 |

Dies letzte Resultat hatte ich nach meinen Versuchen über die Umwandlung des Holzes in Stärke durch Aetzkali und Schwefelsäure im Voraus vermuthet (*Poggendorf's* Annalen 1838 Bd. I. S. 391 fg.).

Von Amyloid sind noch keine Analysen gemacht.

Betrachten wir diese Formeln, so finden wir bei allen eine gleiche Zusammensetzung aus den Elementen, nämlich 12 At. C. und 8 At. Wasser + x At. Wasser. Wir finden aber dass dieses x nie so bedeutend ist, dass es die Gränzen der Variation bei einem und demselben Stoff (dem Zucker) überschritte. Es zeigt sich uns also die Unmöglichkeit, die genannten Stoffe durch die chemische Zusammensetzung zu unterscheiden, indem alle, wenn wir den verschiedenen Hydratzustand unberücksichtigt lassen, isomer sind, oder aus einer und derselben Kohlenstoffmenge mit Wasser verbunden bestehen.

Die Beobachtungen von *Meyen*, *Dickie*, *Mohl* und mir haben bewiesen, dass Iod nicht mehr zur Unterscheidung dieser Stoffe ohne nähere Bestimmung dienen kann. Wohl aber kann man das noch immer behaupten, wenn man die Art und Weise berücksichtigt, wie das Iod einwirken muss, um eine blaue Färbung der Stoffe hervorzurufen, und in einigen Fällen giebt Iod allerdings einen charakteristischen Unterschied an die Hand. Für die ächte *Gelatina vegetabilis* und das *Arabin* bleibt es immer charakteristisch, dass sie durch Iod nicht gefärbt werden können.

Sehen wir uns nach den andern Unterscheidungsmerkmalen um, so kommen wir zuerst zu dem Verhalten dieser Stoffe gegen Schwefelsäure. Diese wirkt fast auf alle gleichförmig ein,



Digitized by Google

indem sie dieselben in folgender Ordnung, je nach der Dauer und Stärke der Einwirkung, in einander überführt

| 1. | 2. | 3. |
|---|---|---|
| Membranenstoff Stärke | | |
| Inulin<br>Gummi | | Dextrin, Zucker. |

Von der Gallerte sind ähnliche genaue Versuche nicht bekannt. *Berzelius* geht über diesen doch so höchst wichtigen Punkt mit einem oberflächlichen „es soll" weg. *Berz.* Chemie III. Ausg. Bd. 6. S. 407.) Es ist indess, wenn wir das Verhältniss beachten, in welchem die *Gelatina* namentlich in den Orchisknollen zur Stärke steht, im höchsten Grade wahrscheinlich, dass diese Substanz keine Ausnahme macht.

Durch die Reaction der Schwefelsäure können wir also in gewisser Weise bestimmen, wie hoch ein Stoff in der angegebenen Reihe steht, wenn wir das zuerst entstehende Product der Einwirkung kennen.

Die Einwirkung der Salpetersäure ist zunächst zu beachten, aber gar kein Erkennungsmittel, weil das Resultat der Einwirkung bei allen zuletzt Oxalsäure ist, so wie das letzte Product bei der intensivsten oder anhaltendsten Einwirkung der Schwefelsäure zuletzt auch eine humusartige Kohle ist.

Aetzkali bildet aus allen Stoffen zuletzt Humussäure, ein Stoff, dessen genauere Kenntniss wir noch von den Chemikern zu erwarten haben. Denn wie ich glaube, ist *Mulder's* ausführliche Arbeit (*Bullet. des sc. nat. en Néerlande* 1840, 1.) noch lange kein sicherer Abschluss (vgl. *Malaguti* und *Berzelius* in des Letztern Chemie). Dabei zeigt sich nur das Eigenthümliche, dass Pflanzenmembran durch Kochen in concentrirter Kalilauge in einen Stoff umgewandelt wird, der von Stärkemehl, wie ich glaube, nicht sehr verschieden ist.

Es bleibt uns ferner zur Unterscheidung der genannten Stoffe ihr Verhalten zu verschiedenen Auflösungsmitteln.

1) Aether löst keine der genannten Substanzen,
2) Alkohol löst nur den Zucker etwas auf.
3) Kaltes Wasser löst den Zucker, das Gummi, die Pflan-

Digitized by Google

zengallerte, die ganz gereinigte und zerquetschte Stärke auf, so wie etwas Amyloid.

4) Kochendes Wasser die genannten Stoffe und das Inulin und leicht das Amyloid.

5) Diluirte Mineralsäure und Alkalien alle Stoffe mit Ausnahme des Membranenstoffes, welcher sich überhaupt unzersetzt oder unverändert in gar keinem bekannten Menstruum auflöst.

Auf fernere Verschiedenheiten einzugehen, ist für den gegenwärtigen Zweck unnöthig.

Bisher habe ich immer, wenn ich von Membranenstoff sprach, gereiftes Markzellgewebe oder Holz darunter verstanden und darnach charakterisirt. Wenn wir aber die Wandungen der verschiedenen Pflanzen untersuchen, so finden wir eine grosse Menge Stoffe, die ganz andere Eigenschaften zeigen, als die genannten Zellenmembranen.

Ueber das Amyloid beziehe ich mich auf die Arbeit von Dr. *Vogel* und mir. Offenbar haben wir hier einen Stoff, der, wenn auch alle Zellenmembranen durch Iod gebläut würden, doch nicht für identisch genommen werden darf mit dem Material, woraus die Zellen des Holzes oder Hollundermarkes bestehen, denn davon ist er wenigstens ebenso verschieden als die Stärke selbst.

Die meisten Fucaceen haben Zellen, die aus einem Stoffe bestehen, der sich in kochendem Wasser leicht auflöst, die schon in kaltem süssen Wasser sehr aufquellen (selbst zum Theil zerfliessen) und beim Eintrocknen eine spröde durchscheinende Masse liefern, hierin und in ihren sonstigen Eigenschaften aber durchaus aus Pflanzengallerte zu bestehen scheinen. Aus einem ähnlichen Stoffe bestehen alle neuentstandenen Zellen im Albumen einiger Leguminosen. (cf. Dr. *Vogel* und *Schleiden* über das Albumen, insbesondere der Leguminosen in *Act. A. N. C. L. C. Vol. XIX. P. II.*)

Wenn man das sogenannte *Albumen corneum* genauer betrachtet, so zeigt sich darin eine grosse Mannigfaltigkeit der Modificationen, in Hinsicht der Weichheit (Hydratzustand), der Auflöslichkeit, des Verhaltens zum Iod, so dass es bald der Gallerte, bald dem Amyloid, bald dem wirklichen Membranen-

Digitized by Google

stoff näher zu stehen scheint. Wie ganz verschieden ist ferner die Substanz der meisten Flechten von dem gewöhnlichen Membranenstoffe und geht bei der *Cetraria islandica* geradezu in einen Stoff über, der gar nicht von der Stärke zu unterscheiden ist. Ebenso mag hier des so eigenthümlichen, fast talgartigen Gewebes der Pilze Erwähnung geschehen, welches gleichwohl auch nach *Payen* (a. a. O.) mit Stärkemehl isomer ist. Beachten wir ferner die grosse Verschiedenheit, die bei der Einwirkung von Aetzkali und Schwefelsäure auf die verschiedenen, übrigens dem ächten Membranenstoffe beizuzählenden Substanzen und selbst auf die verschiedenen Theile einer und derselben Zelle stattfindet, so können wir doch unmöglich anstehen, zu erklären, dass hier auch qualitative, nur auf chemischem Wege erkennbare, also der chemischen Natur der Substanz angehörige Verschiedenheiten stattfinden. Aber eben so grosse Verschiedenheiten kommen auch bei den andern genannten Stoffen vor; wie unendlich sind die Nüancen des Stärkemehls, des Gummi, der Gallerte, des Zuckers aus verschiedenen Pflanzentheilen.

Dennoch kennen wir alle diese Substanzen erst in einem geringen Theil ihrer Modificationen. Findet doch der aufmerksame Phytotom fast bei jeder neuen Pflanze irgend eine neue, wenn auch geringe Modification der Zellenmembran; welche unendliche Menge leicht verschiedener Substanzen wird die Chemie noch zu entdecken haben?

Ich wende mich endlich zu dem letzten wichtigen Verhältniss. Es ist dies die merkwürdige Verwandtschaft, in welcher die genannten einzelnen Stoffe zu einander stehen, so dass sie proteusartig unter den Händen des Chemikers aus einem Stoff in den andern übergehen, und zwar zum Theil durch die allergeringfügigste chemische Potenz veranlasst. Es kann hier meine Absicht nicht seyn, alle die unzähligen schon bekannten Fälle der Katalyse oder Contactwirkung bei diesen Stoffen hier aufzuzählen, sie werden Allen, für welche diese Blätter geschrieben sind, hinlänglich bekannt seyn oder doch leicht aus den Büchern von *Berzelius*, *Mitscherlich*, *Liebig* u. s. w. bekannt werden können. Nur darauf will ich hier aufmerksam machen, dass wir fast alle dieselben Umwandlungen, durch die Kraft der Vegetation bewirkt, auch an der Pflanze beobachten können.

Digitized by Google

(Vergl. zum Theil meinen Aufsatz: Beiträge zur Phytogenesis, in *Müller's* Archiv 1838.) Dabei finden wir nun folgendes merkwürdige Gesetz ausgesprochen: wo etwa Stärke schon vorhanden ist, wird diese durch Gummi in Zucker übergeführt, sonst erscheint Zucker zuerst (unreife Leguminosensaamen, Cerealien, Lindenknospen), dann bildet sich Gummi (Lindenknospen), dann Stärke (Cerealien, Leguminosen) oder Gallerte (Lindenknospen, Zellenbildungsprocess). Diese Gallerte ist der zuerst organisirt auftretende Stoff und ändert sich dann in Amyloid oder in Membranenstoff. Letzterer ist allemal das Endziel der vegetativen Kraft; wo dieser Stoff vollständig gebildet ist, ist er unzerstörbar, weil er allen chemischen Menstruis trotzt. Zellgewebe daher, welches nicht zur permanenten Dauer bestimmt ist (die meisten *Albumina*), oder durch seine Umgebung vor der Auflösung geschützt ist (*Algae marinae*), bleibt auf einer niederern Stufe stehen als Amyloid, Gallerte, oder der Stoff, der das *Albumen corneum* bildet.

Aus diesen Betrachtungen ziehe ich nun folgende Resultate, die ich schon in dem angeführten Aufsatze in *Müller's* Archiv S. 156. angedeutet habe:

1) Die gewöhnlich als indifferente (amphotere) Pflanzenstoffe von den Chemikern aufgeführten Substanzen, die der Reihe des Stärkemehls angehören, sind nur eine ganz dürftige Auswahl von der unendlichen Mannigfaltigkeit der in den Pflanzen vorkommenden, derselben Entwicklungsreihe angehörigen Materien. Dass gerade diese herausgegriffen sind und keine anderen, beruht nur auf der Zufälligkeit, dass sich gerade diese den bis jetzt arbeitenden Chemikern in leicht zu gewinnenden grösseren Massen darboten, und vielleicht auch darauf, dass sie zum Theil gewisse, von der Natur selbst bezeichnete Abschnitte der sonst stetigen Reihe anzeigen, nämlich Zucker, Gummi, Stärke und Membranenstoff.

2) Die Pflanze bildet bei ihrer Vegetation einen chemischen Grundstoff (nicht etwa das alte Gespenst des Urschleims), der in allen Stadien des Vegetationsprocesses derselbe bleibt in Bezug auf seine Elementarzusammensetzung, der aber durch innere, uns noch gänzlich fremde und unmerkliche Veränderungen und zum Theil auch wohl durch Vermeh-

Digitized by Google

rung oder Verminderung des chemisch gebundenen Wassers unendlicher Modificationen fähig ist, deren Zahl sich einmal nach der Zahl der hinzutretenden Wasseratome, dann aber auch nach der Möglichkeit der verschiedenartigen Combinationen der Elemente richtet, vielleicht also in der Natur eine bestimmte endliche Zahl ist, für uns aber vorläufig als eine stetige Reihe wechselnder Zustände erscheint, deren nächste Glieder für uns nicht merklich verschieden sind, deren unterstes Glied der Zucker, deren höchstes der völlig ausgebildete Membranenstoff ist, eine Reihe, deren Glieder von unten nach oben immer unauflöslicher in Wasser werden und zwar so, dass unter Umständen schon die Gelatina aus dem Zellenstoff in organischer Form herauskrystllisirt. (cf. *Schwann* mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen S. 220 fg.)

Ich habe in Vorstehendem einen Stoff übergangen, der gleichwohl mit den abgehandelten in physiologischer Beziehung nahe verwandt ist und bei der Vegetation, obwohl vielleicht seltner, dieselbe Rolle spielt wie das Stärkemehl, ich meine die fetten Oele. Aber leider lässt uns hier die Chemie ganz in Stich; sie hat noch eben für unsern Zweck nichts Brauchbares geliefert. In den ölhaltenden Saamen, besonders denen ohne Albumen, z. B. den Cruciferen, wird das Oel, welches hier völlig die Stelle der Stärke vertritt, beim Keimungsprocess zerstört und natürlich zu assimilirten Pflanzenstoffen umgebildet; welche Stadien aber dabei durchlaufen werden, ist uns ganz fremd. Dies gäbe eine sehr schöne Aufgabe für einen tüchtigen Chemiker, der sich dazu ja keimenden Oelraps oder dergleichen in jeder beliebigen Menge leicht verschaffen könnte.

---

Digitized by Google

# X.

## Bemerkungen über Spiralbildungen in der Pflanzenzelle*).

Der erste Entdecker der Spiralgefässe, mag es nun *Henshaw*, *Malpighi* oder *Grew* gewesen seyn, wird ohne Zweifel von dieser zierlichen Bildung zum höchsten Erstaunen hingerissen worden seyn, und je mehr man dieselben kennen lernte, je mannigfacher sich die Formen vor den Augen der sinnigen Beobachter entwickelten, um desto gespannter musste sich ihre Aufmerksamkeit auf diese scheinbar so wunderbaren Gebilde richten. Daher kam es, dass man, wenn auch über die Art und Weise nicht einig, doch allgemein diesen Theilen im Gegensatz des Zellgewebes eine hohe Bedeutung für das Pflanzenleben beilegte.

Bald indess sah man sich genöthigt, den Spiralgefässen die Ring- und porösen Gefässe an die Seite zu setzen, und nicht auf Beobachtungen wirklicher Thatsachen fussend, sondern hauptsächlich durch ihr stellvertretendes Vorkommen in gleichen oder analogen Pflanzentheilen geleitet, und gerade durch eine falsche Deutung des wirklich Beobachteten verführt, postulirte

*) Die Hauptpunkte dieser Arbeit wurden im Herbst des Jahres 1838 in der Versammlung der naturforschenden Freunde zu Berlin mitgetheilt, der ich als Gast beizuwohnen die Ehre hatte.

Digitized by Google

*Link* die Metamorphose dieser Gebilde in einander, ohne sich jedoch zur Zeit noch bestimmt darüber zu erklären, ob eine ideale oder reale Metamorphose gemeint sey. — Wie weit derselbe damals noch vom richtigen Verständnisse entfernt war, zeigen seine Nachträge und die dazu gegebenen Abbildungen, wo er noch geradezu die Fibern für die dünnern Stellen und die länglichen Poren für die Reste der dickern Fiber erklärte, eine Ansicht, die er selbst 1831 noch mit aller Bestimmtheit für die porösen Gefässe vortrug. Eine von *Link* sehr abweichende, aber eben so falsche Ansicht trug *Kieser* vor, und auch *Meyen* erklärte in seiner Phytotomie die Poren noch für Reste einer zerrissenen Spiralfiber.

Was man dagegen in neuester Zeit unter dem Wort Metamorphose versteht, hat mit den früheren Ansichten gar nichts als nur den der Bequemlichkeit wegen beibehaltenen Namen gemein, und durch diesen allein scheint *Meyen* verführt zu seyn, wenn er in seiner Physiologie (S. 139.) *Link* das Verdienst zuschreibt, diese Lehre zuerst entschieden vorgetragen zu haben. Dies ist um so ersichtlicher, da *Link* selbst in seiner neuesten Ausgabe der *Philosophia botanica* noch weit davon entfernt ist, alle hierher gehörigen Thatsachen zu verstehen und unter dem richtigen Gesichtspunkt zusammen zu fassen.

Sprechen wir den Grundgedanken dieser Lehre jetzt so aus: „Die auf die primäre, structurlose Zellenmembran abgelagerten Verdickungsschichten haben in ihrem ersten Auftreten überall eine auf verschiedene Weise mehr oder minder deutlich zu machende Anordnung in ein spiraliges Band (oder Fiber) zur Grundlage und aus dieser Grundform entwickeln sich auf verschiedene Weise alle die mannigfaltigen Configurationen der sogenannten Gefäss- und Zellenwände, aber ohne dass die eine als eine Uebergangsstufe für die andere angesehen werden darf;“ — dann dürfen wir wohl *Valentin* (Repertorium 1stes Heft) das Verdienst zuschreiben, diese Lehre zuerst in ihrer ganzen Allgemeinheit ausgesprochen zu haben.

Neben jenen Theorien war nämlich die Beobachtung ihren ruhigen Gang fortgeschritten und hatte die porösen und spiraligen Bildungen auch im Zellgewebe gefunden und nach und nach

Digitized by Google

ihre Entdeckungen so weit ausgedehnt, dass jetzt wohl schwer seyn möchte, mindestens bei den Phanerogamen, grössere Partien ausgebildeten Zellgewebes nachzuweisen, welches nicht deutliche Spuren dieser Bildungen manifestirte.

Ich will hier kurz eine Uebersicht dieser Lehre nach eigenen Untersuchungen geben, wobei ich auf nicht mehr Neues Anspruch mache, als Kenner mir zugestehen wollen, dagegen aber mich der Mühe überhebe, überall die Literatur anzuführen.

Die Pflanzenzellen einschliesslich der sogenannten Gefässe, aber mit Beseitigung der Milchsaftgefässe*), deren Zurückführung auf Zellen mir noch durchaus unklar ist, lassen in ihrem Leben zwei Perioden unterscheiden. In der ersten, der ihrer Entstehung und isolirten, selbstständigen Entwicklung, wächst die sie bildende Membran in ihrer ganzen Substanz durch wahre Intussusception. — Sobald sich aber die Zellen zum Zellgewebe als constituirende Masse einer bestimmten Pflanze oder ihrer Theile aneinander geschlossen haben, hört jene Art des Wachsthums entweder ganz auf, oder tritt doch so sehr zurück, dass nach meinen bisherigen Untersuchungen ich die Fortdauer nicht zu behaupten wage, aber auch wegen der oft sehr bedeutenden Ausdehnung der Zellen nach Auftreten der folgenden Bildungen nicht läugnen kann. Auf jeden Fall aber tritt jetzt als neues und bei weitem überwiegendes Moment hinzu, dass sich eine neue Schicht auf die innere Fläche der Zellenwand ablagert und zwar durchaus allenthalben in der Form einer oder mehrerer spiralförmig ganz dicht gewundener Bänder, so dass die Windungen ohne Continuität unter einander doch meist die genaueste Contiguität zeigen. — Aus einigen Beobachtungen, die aber noch zu unvollständig sind, um hier ausgeführt zu werden, glaube ich schliessen zu dürfen, dass ursprünglich immer wenigstens zwei solcher Bänder**) vorhanden sind, deren Enden an den Enden der Zellen in einander über-

*) Uebrigens zeigen die alten Milchsaftgefässe der blattlosen Euphorbien eine Zusammensetzung aus Schichten und spiralige Streifung ganz wie die Bastzellen der Apocyneen.

**) Einem aufsteigenden und einem absteigenden Strome des schleimigen Bildungsstoffes entsprechend.

Digitized by Google

gehen und in den meisten Fällen schon sehr früh unter einander zu einem einzigen verwachsen.

Hieraus gehen nun alle so mannigfaltigen Bildungen der Zellen und Gefässwände hervor nach dem verschiedenen Einfluss der folgenden Momente:

A. Der wesentlichste Umstand, wie mir scheint, auf dem auch die Eintheilung aller dieser Bildungen in zwei grosse Hauptgruppen, die der Spiroiden (ich entlehne diesen Ausdruck, der sehr brauchbar ist, von *Link*) und die der porösen Gebilde beruht, ist folgender:

Entweder hat die Zelle zu der Zeit, wenn die Verdickung ihrer Wand durch spiralige Ablagerung beginnt, schon ihre völlige Ausdehnung erreicht oder nicht.

I. Betrachten wir zuerst den letzten Fall. Hier wird nun ein zweites Moment wichtig, dies ist die Verwachsung sowohl der Fiber und der Zellenwand als auch der Windungen der Fiber unter sich, daneben macht sich denn auch die Zahl der Fibern geltend.

a. Einfache Fiber (in dem oben angegebenen Sinne doppelt). Die Zelle dehnt sich vom Augenblick ihrer Entstehung noch bedeutend aus, einzelne Windungen verwachsen früh, andere zerreissen: Ringgefässe (davon unten ausführlicher). Meist ist hier die Fiber mit der Zellenwand gar nicht oder nur locker vereinigt.

b. Einfache oder mehrfache Fiber, noch ziemlich bedeutende Ausdehnung der Zelle, geringe oder gar keine Verwachsung mit der Zellenwand: Abrollbare Spiralgefässe mit weiten Windungen.

c. Einfache oder mehrfache Fiber, höchst geringe Ausdehnung der Zellenwand, meist innige Verwachsung mit derselben: Enggewundene abrollbare Spiralgefässe, falsche Tracheen, und zum Theil die gestreiften und Treppengefässe der ältern Schriftsteller.

d. Mehrfache Fiber, mässige Ausdehnung der Zelle, Verwachsung einzelner Stellen der Windungen unter einander, meist auch mit der Zellenwand. Die ganze Reihe der Formen von den genannten verästelten Spiralgefässen bis zu

Digitized by Google

den netzförmigen. Auch hierher gehört ein Theil der gestreiften und Treppengefässe der Aelteren.

Bei diesen letzten sowohl, wie bei allen vorhergehenden, scheint das Gesetz stattzufinden, dass die Faser um so inniger mit der Zellenwand verwächst, je weniger diese sich noch ausdehnen kann.

II. Hat aber die Zelle zu der Zeit, wenn sich die spiraligen Ablagerungen zu bilden anfangen, bereits ihre vollständige Ausdehnung erreicht, so tritt ein neuer höchst wunderbarer Umstand hinzu, dass nämlich der Entstehung der Ablagerungen die Bildung von Luftbläschen auf der Aussenwand der Zelle zwischen ihr und der benachbarten vorhergeht, und die sich bildenden eng auf einander liegenden und meist sehr schnell unter einander verwachsendbn Windungen an der Stelle, die im Innern jenen Luftbläschen entspricht, spaltenartig aus einander weichen. Da dieser Vorgang sich sehr weit verfolgen lässt und nur der Kleinheit der Theile wegen bei vielen übrigens durchaus gleichen Gebilden nicht zu verfolgen ist, so räth eine gesunde Analogie ihn auf alle porösen Gebilde auszudehnen. Häufig wird diese meist nur schmale Spalte durch abgelagerten Bildungsstoff abgerundet, weshalb der Porus*) um so rundlicher

*) Ich nehme daraus keinen Anstand, den Ausdruck Porus und poröse Bildungen beizubehalten, da derselbe die bessern ältern Autoritäten für sich hat und ziemlich allgemein angenommen war, bis in neuster Zeit das Wort „Tüpfel" dafür vorgeschlagen wurde. Dieses bedeutet aber nach Etymologie und Ansehen der bewährtesten deutschen Sprachlehrer, eines *Adelung* und *Heinsius*, einen auf eine Fläche gemachten seichten Eindruck oder leicht erhabenen Flecken, passt also in alle Fälle nicht auf die primär entstandene, entschiedene Durchlöcherung der Verdickungsschichten und ist um so falscher, je schöner die Poren canalartig entwickelt sind. Wenn wir aus einer fremden Sprache Wörter für unsere wissenschaftliche Redeweise entnehmen, so muss es uns freistehen, den ihnen ursprünglich einwohnenden Begriff so zu modificiren, wie es das Bedürfniss verlangt, weil sonst eine Bezeichnung eines neuen Begriffs ganz unmöglich wäre, und nur philologische Beschränktheit wird an diesem, besonders durch *Kant* geheiligten Rechte herumklauben. Der Deutsche aber, der deutsch schreibt, darf, ohne sich einer Impietät schuldig zu machen, sich nicht willkürlich von dem Geist seiner Sprache lossagen, so lange man die lebendig organische Entwick-

Digitized by Google

erscheint, je mehr die Zelle ausgebildet, um so länglicher, spaltenförmiger aber, je jünger dieselbe ist. — Zu dieser Abtheilung gehören nun alle porösen Zellen und Gefässe, aber ebenfalls auch ein Theil der früheren gestreiften und Treppengefässe, die dann nur durch die Länge der Porenspalte von den sogenannten porösen verschieden sind.

B. Ein ferner hier nur flüchtig zu erwähnendes Moment ist einestheils die Form der Zelle in den verschiedenen Mittelstufen zwischen den beiden Extremen der kleinen kugligen und der sehr in die Länge ausgedehnten Formen, in Verbindung mit einer wirklichen Durchlöcherung der primären Membran durch Resorption. Hierher gehören mehrere zuerst von *Moldenhawer* angedeutete und dann von *Mohl* richtig und ausführlich gedeutete Bildungen, z. B. die Blattzellen von *Sphagnum*. Ganz besonders aber gehört hieher der Unterschied zwischen Zellgewebe und sogenannten Gefässen, indem die letztern nichts sind als cylindrische, meist nach einer Richtung mit den Endflächen auf einander gesetzte Zellen, deren Scheidewände durch Resorption auf die mannigfachste Weise durchbrochen sind.

C. Bei weitem wichtiger wird aber Folgendes. Es bleibt nämlich im Lebensprocess der Zelle keineswegs bei der ersten Schichte spiraliger Ablagerungen, sondern dieselben wiederholen sich in manchen Fällen fast so oft, als es das Volumen der Zelle erlaubt. Hier ist nun die Regel, dass sich die folgenden Ablagerungen ganz nach der ersten richten, mag diese nun durch die oben erwähnten Einflüsse modificirt seyn, wie sie will, so dass die von der ersten Ablagerung nicht bedeckten Stellen der Zellwand auch von allen folgenden frei bleiben. Hierher gehört die Verdickung der Ring- und Spiralfasern bis zu dem Grade, dass sie als Platten erscheinen, die mit der schmalen Kante auf die Zellenwand aufgesetzt sind, z. B. in

---

lung einer Volkssprache noch als ein Heiligthum ansieht. — So lange man Anatomie lehrt, nennt man den äussern Gehörgang (einen mit einer Membran verschlossenen kurzen Canal) *Porus acusticus externus*, und noch keinem Anatomen ist es eingefallen, seine Weisheit daran durch einen neuen Namen zu erweisen.

Digitized by Google

den *Sphagnum*zellen, in den Holzzellen der Mamillarien u. s. w. Hierher gehören ferner alle die porösen Zellen mit schichtenweis verdickten Wänden, deren Kenntniss wir hauptsächlich *Mohl* verdanken.

Es sind indessen von dieser Regel jetzt schon einige interessante Ausnahmen bekannt, dass nämlich, nachdem die erste spiralige Ablagerung durch Ausdehnung der Zelle verändert, sich eine neue Schicht auf die ganze innere Fläche ohne Unterschied auf Fiber und primäre Zellenmembran auflegt; da aber diese zweite Schicht in einem andern Verhältniss zur primären Zellenwand steht, als die erste, so wird sie auch nach dem Obigen eine andere Form annehmen, nämlich die poröse. — Diese Bildungen von weitläufigen Fasern, zwischen deren Windungen Poren befindlich, zeigen in der That eine Menge dikotyledoner Holzzellen, besonders von solchen Pflanzen, die dem scharfen Gegensatze von Vegetationsperiode und Winterschlaf unterliegen, z. B. *Taxus baccata*, *Tilia europaea*, *Prunus Padus etc.* Auch findet sich eine verwandte Erscheinung in der Epidermis des Pericarpii von *Helleborus foetidus*.

Das Wichtigste dieser Ansichten hatte ich schon in meinem Aufsatze „Beiträge zur Phytogenesis" in *Müller's* Archiv für Physiologie Jahrg. 1838 ausgesprochen. — Erst vor nicht gar langer Zeit kam ich dazu, *H. Mohl's* Aufsatz über den Bau der vegetabilischen Zellenmembran (Tübingen, September 1837)| durchzuarbeiten, und ich fand zu meiner Freude, dass wir in zwei wichtigen Punkten durchaus übereinstimmen: einmal in der Behauptung gegen *Meyen*, dass jede Andeutung eines spiraligen, faserigen oder porösen Baues ein sicherer Beweis ist, dass man es nicht mehr mit der ursprünglichen einfachen Zellenmembran zu thun habe, und dann in seinem Satze: „Faser und Membran unterscheiden sich nur durch ihre Grösse und durch die Form, unter der sie auftreten," was wesentlich mit meiner Ansicht, dass die Spirale nur eine secundäre Formenverschiedenheit in dem Producte der Lebenskraft (dem Faser- oder richtiger Membranenstoffe) sey, übereinstimmt. Die leichte chemische Modification, die ich darin nachgewiesen, ist wenigstens viel unbedeutender und daher unwesentlicher, als die

Digitized by Google

zwischen dem Membranenstoff verschiedener Pflanzen und Pflanzengruppen unter einander stattfindenden Verschiedenheiten. — Da *Mohl* und ich zu jenem Resultate unabhängig und zum Theil auf sehr verschiedenem Wege gekommen sind, so ist das für mich eine grosse Stütze für die Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit. Gern trete ich hinter *Mohl*, dessen Arbeit einige Monate früher erschien, als blosser Bestätiger einer schon vorgetragenen Ansicht zurück und würde mit Freuden gegen ihn für immer auf Priorität verzichten, wenn ich dadurch für immer eine Uebereinstimmung unserer Ueberzeugungen erkaufen könnte.

Kaum mehr als im Ausdruck sind *Mohl* und ich in unsern Ansichten über die Structur der secundären Ablagerungen verschieden. Wenn jener eine Anordnung der kleinsten Theile in der Richtung einer Spirale in den überwiegend häufigsten Fällen zugiebt, und ich, weil ich diese Anordnung auch in Fällen, wo bald eine scheinbare Homogeneität eintritt, wirklich oft gesehen zu haben glaube, auch weil die durch Ausdehnung der Zellen bewirkten Veränderungen beweisen, dass der Zusammenhang der Molecüle in anderer Richtung, als der der Spirale in den jüngern Zuständen fast null ist, mich berechtigt glaube, in allen Fällen von einem spiraligen Streifen oder Bande zu sprechen, so ist darin im Wesentlichen wenig Discrepanz. — Auch glaube ich, dass manche Meinungsverschiedenheiten in untergeordneten Punkten noch wegfallen werden, wenn *Mohl* die individuelle Entwicklung noch schärfer in's Auge fasst und namentlich das Moment der Zellenausdehnung nach Auftreten spiraliger Ablagerungen mehr berücksichtigt. So habe ich z. B. bei allen meinen Untersuchungen über die Structur des Holzkörpers mich nie damit begnügt, die Theile verschiedenen Alters von demselben Individuum zu vergleichen, sondern stets, so weit mir das Material erreichbar war, durch ein ganzes Jahr die Entwicklung desselben Jahrringes durch regelmässig wiederholte Beobachtungen an möglichst verschiedenen Theilen der Pflanze zugleich verfolgt. — Sehr belehrend ist auch eine genaue Entwicklungsgeschichte der Spiroiden in den grossen Monokotyledonen-Gefässbündeln, z. B. in *Arundo Donax*, wobei ebenfalls zu erinnern ist, dass man nicht nur an dem-

Digitized by Google

selben Exemplare die jüngern Internodien mit den ältern vergleiche, sondern an vielen Individuen verschiedenen Alters die homologen Internodien untersuche. An dieser Pflanze liegen im völlig ausgebildeten Bündel die Spiroiden in einer Reihe radial von der Axe zur Peripherie angeordnet zwischen den beiden grossen sogenannten porösen Gefässen. Die Ringgefässe mit den am weitesten von einander entfernten Ringen liegen am nächsten nach der Axe des Internodiums, davon nach der Peripherie zu treten die Ringe enger zusammen, gehen dann in weit gewundene Spiralgefässe über und diese zuletzt in eng gewundene Spiralgefässe*). — Verfolgt man nun die Entwicklungsgeschichte eines solchen Bündels, so findet man, dass jene weitläufigsten Ringgefässe sich zuerst gebildet haben und zwar als Spiralgefässe, dass dann während der allmäligen Ausdehnung des Internodiums, dem das Gefässbündel angehört, allmälig die Bildung nach aussen fortschreitet, und daher das letzte Spiralgefäss nur deshalb ein eng gewundenes bleibt, weil die Ausdehnung der Zellen in die Länge schon beinahe vollendet war, als sich die spiralige Ablagerung bildete. — Die beiden sogenannten porösen Gefässe zu beiden Seiten sind während dieses ganzen Bildungsprocesses mit einem grumosen Fluidum erfüllte, cylindrische, auf einander gesetzte Zellen, deren Wände durchaus einfach sind, und erst, wenn die Längsausdehnung vollendet ist, entstehen auf ihren Wänden, oft nur nach Zellen im Innern des Gefässbündels hin, die Poren auf die angegebene Weise. Zur selben Zeit tritt denn auch die Durchbrechung der Scheidewände ein und zwar nach dem mir ziemlich allgemein gültig scheinenden Gesetz, dass die horizontalen, oder wenig davon abweichenden Scheidewände nur mit einem runden Loche durchbrochen werden, die steiler ansteigenden leiterartig oder netzförmig umgebildet und endlich die allersteilsten blos mit gewöhnlichen Poren versehen werden.

Ich glaube, es geht aus der nicht genügenden Berücksichti-

*) Dieselbe Anordnung mit geringen Modificationen findet sich in allen Gefässbündeln der Mono- und Dikotyledonen (Fig. 115.), nur dass häufig, besonders bei allen Dikotyledonen, auf die engsten Spiralen poröse Bildungen folgen.



Digitized by Google

gung dieser Entwicklungsgeschichte hervor, dass *Mohl* die wahre Entstehung der Ringgefässe noch nicht erkannt hat. — Ich will daher das, was ich darüber beobachtete, kürzlich hier mittheilen.

Alles was *Mohl* an einem andern Orte gegen die Falschheit der gewöhnlichen, auch von *Meyen* vorgetragenen Ansicht, dass eine Zerreissung der Spirale in einzelne Umläufe und ein Verwachsen der abgerissenen Enden zum Ringe stattfinde, eingewendet hat, bleibt in seiner ganzen Folgerichtigkeit stehen und ich war längst von der Unhaltbarkeit jener Ansicht überzeugt, ehe ich die wahre Entstehung erkannt hatte. — Die Schwierigkeiten der wirklichen Beobachtung des Vorganges liegen in Folgendem. — Von allen Spiroiden entstehen die Ringgefässe gerade aus den Zellen, in denen sich am frühesten eine spiralige Ablagerung bildete, also zu einer Zeit, wo dieselben noch unendlich klein und zart sind. Diese Periode fällt in die alleräussersten Internodien der Knospe und jeder Anatom kennt die fast unüberwindlichen Schwierigkeiten, die sich hier einer genauern Untersuchung entgegensetzen. — Zwar hat man wohl überall hier, als zuerst auftretendes Gebilde, die zarten Andeutungen der Spiralen erkannt, aber statt die Entwicklung derselben zu Ringen zu beobachten, haben Manche daraus nur geschlossen, dass die Ringgefässe von viel späterem Ursprung wären. — Meist geht auch die Fortbildung in dem Moment, wenn die Knospe zur Entwicklung kommt, so rasch vor sich, dass die Beobachtung der Mittelstufen schon dadurch fast unmöglich wird. Es kommt hier für den glücklichen Erfolg alles darauf an, eine Pflanze zu finden, bei der alle jene Schwierigkeiten in geringerem Grade vorhanden sind, an der man daher den Vorgang genau betrachten kann; hat man auf diese Weise erst eine klare Ansicht gewonnen, so findet man sich leicht auch in den schwierigern Pflanzen zurecht. Ich fand zu diesen Untersuchungen die (in den meisten Treibhäusern) häufige *Campelia Zannonia Rich.* und den unterirdischen Stamm von *Equisetum arvense* am vortheilhaftesten.

Wenn man an der erstgenannten Pflanze die allerjüngsten Internodien der Knospen untersucht, so findet man in allen noch

Digitized by Google

kaum begrenzten Gefässbündeln ein einziges höchst zartes und dicht gewundenes Spiralgefäss. In ältern Internodien findet man die Windungen dieses Gefässes weiter von einander entfernt und daneben nach aussen ein neugebildetes enggewundenes Spiralgefäss. — Betrachtet man aber in dieser Periode das zuerst gebildete Gefäss genauer (Fig. 114.), so sieht man, dass nicht alle Windungen auf gleiche Weise von einander entfernt sind, sondern, dass fast ganz regelmässig abwechselnd zwei ganze Windungen fest aufeinander liegen und eine Windung auseinander gezogen ist. In noch ältern Internodien findet man die Ausdehnung so weit fortgeschritten, dass die freie Windung von der Zellenwand gelöst, oft nur noch wie ein sehr steil ansteigendes Band von einem aus zwei geschlossenen Umläufen gebildeten Ringe bis zum andern reicht. — An noch weiter ausgebildeten Gefässen sieht man diese langgezogene Windung von der resorbirenden Thätigkeit der Zelle angefressen und findet oft in der Continuität eines Gefässes alle Uebergangsstufen wie sie auf der Tafel von Fig. 104—108. dargestellt sind. An noch ältern Gefässen endlich ist die verbindende Windung schon völlig aufgelöst; man sieht aber noch an den isolirten Ringen die Enden der ehemaligen Spiralfiber. (Fig. 109, 110. *a*.) — Selbst noch an sehr ausgebildeten Gefässen findet man, an den völlig geschlossenen und abgeglätteten Ringen, die Zusammensetzung derselben aus zwei Windungen durch einzelne zarte, dunkle Linien hin und wieder angedeutet (Fig. 111 — 113.). Ganz denselben Vorgang kann man auch leicht bei den unterirdischen Stengeln von *Equisetum arvense* verfolgen und namentlich findet man oft lange Strecken in den Gefässen von der Modification, wie Fig. 114 — 118. sie darstellt, als erste Uebergangsstufe zur Ringbildung.

Ich muss noch einen andern Punkt erwähnen, über welchen ich mit *H. Mohl* zur Zeit noch nicht übereinstimme; es betrifft die Reihenfolge der drei Schichten bei den Gebilden, die wir in den Holzzellen des Taxus, den sogenannten Gefässen der Linde u. s. w. antreffen. Es versteht sich von selbst, dass die primäre einfache Zellenwand auch hier stets die äusserste Schicht bildet, auch darüber bin ich mit *Mohl* einverstanden,



Digitized by Google

worüber ohnehin dem genauen Beobachter kein Zweifel bleiben kann, dass sich der Zeit nach die Spiralfasern früher bilden als die poröse Schicht. Wohl aber möchte ich *Mohl's* Angabe darin bezweifeln, dass sich diese letztere zwischen der primären Zellenmembran und der Spiralfaserschicht entwickle. — *Mohl* führt keine Gründe dafür an und mir scheint diese ganze Hypothese durchaus unnöthig und schon deshalb zu verwerfen. Es liegt gar kein Factum vor, welches eine solche Annahme zu seiner Erklärung forderte; wohl aber spricht Manches dagegen. Da sich die Zellenmembran selbst, wie alle secundären Ablagerungen, auf dieselbe Art aus einem flüssigen durch einen halbflüssigen Zustand bis zur geringern oder grössern Festigkeit bildet, so müsste bei dem von *Mohl* angenommenen Vorgange während der Entstehung der porösen Schicht nothwendig ein Zeitpunkt eintreten, in dem die Spiralfaserschicht von der ursprünglichen Zellenwand durch die neugebildete noch halbflüssige Schicht so gut wie gänzlich getrennt, oder wenigstens durch die leiseste Manipulation davon zu trennen wäre. Davon habe ich aber bei *Taxus* nie eine Spur wahrnehmen können und bei *Tilia* findet insofern gerade das Gegentheil statt, als hier in den Cambialzellen die Spiralwindungen, die dann noch eng aufeinander liegen, sich zwar unvollkommen abrollen lassen, aber sobald nun die Ausbildung der Zelle beginnt, und lange vor Erscheinung der Poren schon fest mit der Membran vereinigt sind. Auch scheint mir das Gegentheil aus einer genauen Verfolgung der eben erwähnten Zellen am Fruchtknoten von *Helleborus foetidus* sich zu ergeben.

Auch bei den porösen Zellen der Coniferen weiche ich in einigen kleinen Nebendingen von *Mohl* ab. Zwar in der Hauptsache mit *Mohl's* Auseinandersetzung zur Bestreitung der Meyen'schen Theorie einverstanden, muss ich doch gestehen, dass ich glaube gesehen zu haben, wie bei *Pinus sylvestris* stets die Zellen des Cambium selbst in den spätesten Jahresringen vor Bildung der Poren durch zarte schwarze Linien in schmale spiralige Bänder getheilt seyen (versteht sich bei völliger Homogeneität der primären Zellenwand) und wie dieselben, die ich für die Grenzen der aneinander liegenden Windungen halte,

Digitized by Google

erst bei der Porenbildung verschwinden; wahrscheinlich auf ähnliche Weise aneinander geleimt wie die Zellen selbst, deren Grenzlinie auch nicht selten im spätern Alter unsichtbar wird; denn wenn ich die Zellen durch Kochen in Aetzkali isolirte, so zeigten dieselben selbst aus den äussersten Schichten des ältesten Kernholzes stets wieder mehr oder minder deutlich diese zarten Streifen und die Poren erscheinen dann wieder nur als schmale Spalten zwischen zwei auseinanweichenden Spiralwindungen.

In Folge dieser meiner Ansicht von der durchgreifenden Allgemeinheit der spiraligen Anordnung der secundären Ablagerungen bin ich auch geneigt, der Consequenz wegen, die netzförmigen Zeichnungen auf den Bastzellen der Apocyneen, der Parenchymzellen vieler tropischen Orchideen, der Dahlienknollen u. s. w. lieber von dem Aufeinanderliegen zweier höchst zarter Schichten, die aus entgegengesetzt gewundenen Spiralen gebildet sind, abzuleiten, als zu einer ganz neuen Anordnungsweise Zuflucht zu nehmen, die durch keine sonstige Eigenthümlichkeit des Organs oder des Vorkommens gerechtfertigt erscheint. Doch sehe ich ein, dass es schwer halten möchte, hier durch unmittelbare Beobachtung zu Hülfe zu kommen.

Endlich möchte ich mir noch zum Schluss einige Bemerkungen über die Richtung der Spiralwindungen erlauben. Dass alle die von *Meyen* und *Link* über die Schwierigkeit der Bestimmung angeführten Gründe die Sache gar nicht treffen, ist klar, denn durch Umkehrung wird einmal die relative Lage zweier Spiralen gewiss nicht geändert, aber auch die einzelne Spirale bleibt rechts oder links gewunden, wie man sie auch betrachte, wovon sich *Meyen* leicht an einem mit einer Spirale bezeichneten Stäbchen überzeugen kann. Das Rechts- oder Linksgewundenseyn einer Spirale beruht nicht auf einer verschiedenen Ansicht derselben, sondern auf einer innern Verschiedenheit ihrer mathematischen Construction. Aber auch die einzige wirkliche von *Mohl* angeführte Schwierigkeit ist nicht der Art, dass sie nicht durch ein gutes Mikroskop und einige Uebung des Beobachters leicht überwunden würde. Im Allgemeinen kann ich *Mohl* darin nicht beistimmen, dass die Spiral-

Digitized by Google

gefässe vorzugsweise rechts gewunden vorkommen, ich fand links gewundene sehr häufig und bei verschiedenen Individuen derselben Species Verschiedenheiten. Aus meinen bisherigen Untersuchungen habe ich mir vorläufig folgende Regel, als wenigstens sehr häufig begründet abstrahirt: „bei allen sich gleichzeitig entwickelnden spiraligen Bildungen (hier in der allgemeinsten Bedeutung alle secundären Ablagerungen umfassend) sind diejenigen, die in der Richtung des Radius unmittelbar aneinander liegen, homodrom, die in der Richtung der Parallelen der Peripherie unmittelbar aneinander liegenden aber heterodrom. — Als Beispiele gebe ich hier nur einige Spiroiden aus *Cucurbita Pepo* und berufe mich übrigens auf die ganz constante Kreuzung der Porenspalten bei benachbarten Parenchym- und Holzzellen, wenn man sie auf Schnitten parallel den Markstrahlen betrachtet*) Als bedeutende Ausnahme muss ich aber sogleich die eigenthümlichen kurzen dicken, aber zartwandigen Zellen nennen, die in ihrem Innern plattenartige, mit der schmalen Kante aufgesetzte Ringe und Spiralen enthalten, und fast die ganze Masse des Holzkörpers der Mamillarien, Echinocacten und Melocacten ausmachen und auch bei den Opuntien in geringer Menge, besonders an den Coarctationen der Glieder vorkommen und hier zuerst von *Meyen* aus *Opuntia cylindrica* beschrieben sind.

Sehr freuen würde es mich, wenn *Mohl* diese Bemerkungen freundlich aufnähme und dieselben recht bald einer Widerlegung oder Zustimmung würdigte.

---

## Erklärung der Kupfertafel.

Fig. 104 — 113. Bildungsstufen der Ringgefässe aus *Campelia Zannonia Rich.* Erklärung im Text S. 196.

---

*) Dies war ein Irrthum von meiner Seite, der bald von H. *Mohl* berichtigt und von mir in einem spätern Blatte der Flora ausdrücklich widerrufen wurde. Es folgt vielmehr aus diesem Kreuzen der Porenspalten unmittelbar, dass die nebeneinanderliegenden Spiralen homodrom sind.

Digitized by Google

Fig. 114. Anfang zur Ringbildung einer Spirale aus *Equisetum arvense*.

Fig. 115. Spiroiden auf einem Schnitt durch das Mark senkrecht auf die Rinde, *a* dem Marke, *b* der Rinde zugewendete Seite.

Fig. 116. Spiroiden auf einem Schnitt parallel der Rinde.

Fig. 117. Dasselbe wie Fig. 116. mit einer zwischenliegenden Zellenreihe, die einer rechts gewundenen Spirale entspricht.

Fig. 115 — 117. Aus jungen Stengeln von *Cucurbita Pepo*.

Fig. 118. Dasselbe wie Fig. 114.

Digitized by Google

# XI.

# Beiträge zur Kenntniss der Ceratophylleen.

## Einleitung.

*„Les botanistes, qui se sont occupés des rapports naturels des plantes, ont pu remarquer, que celles, qui croissent dans l'eau, sont en général les plus difficiles à ranger en familles. Trois causes principales concourent à les rendre telles, la première est la déformation, que leurs diverses parties subissent par l'exsiccation, la deuxième consiste dans la structure presque toujours extraordinaire de leurs fleurs et de leurs fruits, la troisième resulte de la grande dissemblance des genres, qui doivent entrer dans la même famille; on pourrait encore ajouter comme quatrième cause de cette difficulté la situation respective des sexes.“* —

(*Richard Mém. sur les Hydrocharidées.*)

Von allen Pflanzen, welche *A. L. de Jussieu* 1789 in seine wahrlich sehr gemischte Gesellschaft der Najaden vereinigte, ist kaum eine, auf welche die obige Bemerkung *Richard's* so vollkommen Anwendung fände, als auf *Ceratophyllum*, eine Pflanze, die fast in jeder Pfütze Europa's wächst, blüht und Früchte reift und dennoch bis heute in unsern Systemen, als vegetabilischer Vagabonde, von einem Ort zum andern transportirt wird, ohne eine ruhige Stätte finden zu können. Der Eine macht daraus einen Christbaum für kleine Wassernixchen, indem er sie den Coniferen beifügt, der Andere verbrennt sich daran die Finger,

Digitized by Google

weil er sie zu den Nesseln rechnet und während dieser sie, *invita natura*, zu einer Mesalliance mit Najas zwingt, jagt jener sie lieber ganz aus dem Lande und erklärt sie für exlex (*incertae sedis*). — Nun bietet zwar allerdings das Studium dieser Pflanze noch manche Schwierigkeiten dar, die *Richard* nicht einmal aufgezählt hat, aber eine Hauptursache ihrer ungewissen Stellung liegt doch auch wohl darin, dass kaum ein Botaniker sie einer gründlichen Untersuchung gewürdigt hat und durch Missverständnisse die in unsern neuen Handbüchern vorkommenden Beschreibungen geradezu wesentliche Falschheiten enthalten.

Zwar gehen mir die Fähigkeiten ab, der Pflanze ihre Stellung im System zu sichern und fernere Untersuchungen überflüssig zu machen, doch glaube ich durch Aufdeckung mancher Irrthümer und Mittheilung der Resultate einer treuen Beobachtung den Gesichtskreis für bessere Männer aufhellen und dadurch der Wissenschaft nützen zu können. In dieser Hoffnung wage ich es die folgenden Bemerkungen zu veröffentlichen.

## §. 1. Zur Geschichte der Pflanze.

Mit *Conrad Gessner* (1516—1565) beginnt die Geschichte dieser Pflanze unter dem Namen *Asperula major aquatica*. Später führte sie den Namen *Equisetum palustre ramosum et aquis immersum*, *seu Millefolium aquaticum equisetifolium*, *Ray*; *Millefolium aquaticum cornutum*, *Casp. Bauhin*, *Joh. Bauhin*, *Pancovius*; *Equisetum sub aqua repens foliis bifurcis*, *Loesel.* — *Linné* zieht *Equisetum foetidum* (*Loesel* Taf. 12.) zu *Ceratophyllum demersum*, die *Flora danica* tadelt ihn deshalb und will es zu *submersum* gezogen wissen; es ist aber leicht aus der Abbildung ersichtlich, dass diese Pflanze überhaupt nicht hierher gehört, sondern eine *Chara* ist. — Bei all den genanten ist es durchaus unnützes Beginnen, aus den Abbildungen ohne Frucht oder Blüthe eine Species bestimmen zu wollen. — Zwar giebt *Sprengel* in seiner Geschichte der Botanik I. S. 281. bei *Gessner* ein *Cerat. demersum et submersum* an, indess mit der bei ihm nicht seltnen Oberflächlich-

Digitized by Google

keit der Anschauung. Taf. 16. Fig. 138. (Kupferstich) in *C. Gessneri Opera botanica ed. Schmiedel* ist allerdings ein *Ceratophyllum*, aber unbestimmbar. Taf. 2. Fig. 10. (Holzschnitt) ist dagegen ein *Myriophyllum* und Taf. 16. Fig. 141. (Kupferstich), was *Sprengel* für ein *Myriophyllum* ausgiebt, hat nicht die entfernteste Aehnlichkeit damit, sondern ist offenbar eine *Chara*.

Die erste bestimmbare Species kommt bei *Chr. Knauth* im *Herbarium halense* vor und zwar (*teste Dillenio*) *C. demersum* unter dem Namen *Millefolium aquaticum cornutum*. — Bald darauf (1719) fand und beschrieb *Dillen* (*Cat. plant. circa Gissam nasc. pag.* 100 und 149) das *C. submersum* unter dem Namen *Dichotophyllum*. Im selben Jahre unterschied *Vaillant* (*Act. parisiens.* von 1719) beide Species, als *Hydroceratophyllum folio aspero quatuor cornibus donato* und *folio laevi octo cornibus donato*. Er irrt aber, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, wenn er seine zweite Species für noch unbeschrieben hielt. Durch *Linné* endlich erhielten diese beiden unter dem Namen *Ceratophyllum demersum* und *submersum* das botanische Bürgerrecht und blieben, obwohl von einigen Autoritätsverächtern in ihren Rechten angetastet, doch so stehen, bis *Chamisso* im 4ten Bande der *Linnaea* sich bewogen fand, auf einige Verschiedenheiten der Frucht 6 Species zu gründen, die endlich durch *Roxburgh* (*Flora indica*), *Guillemin* (*Flore de Senegambie*) und *Wight* (*flora indica*) bis auf 9 vermehrt wurden.

Was den Namen betrifft, so ist er allgemein verständlich und es macht einen höchst komischen Eindruck, wenn man in *Hooker's Flora scotica* findet: „*Ceratophyllum*, *name κέρας κέρατος, a horn, from the spines of the fruit.*“ !!

## §. 2. Beschreibung der Pflanze.

Ich brauche hier nicht weitläufig in der Charakteristik des Aeussern einer Pflanze zu seyn, deren Physiognomie wohl jedem Botaniker bekannt ist. Von den Abbildungen sind schon die älteren für den Habitus recht gut und besonders übertrifft die

Digitized by Google

oben citirte Gessner'sche alle übrigen, die mir zu Gesicht gekommen. Die schlechteste unter den neuern ist die in *Nees v. Esenbeck Genera plant. flor Germaniae**).

Der Stengel der Pflanze ist stielrund, mit vollständigen Knoten versehen, an denen sich die Blätter in 6—10theiligen Wirteln befinden. *Smith* giebt fälschlich 8 als Regel an (*cf. English Flora I.*). Jeder Wirtel lässt sich als ein Cyclus von Blattpaaren (in ½ Stellung) betrachten, die in ⅔ oder ⅗ Stellung geordnet sind. Die Cyclen selbst folgen, wenn sie gleichviel Glieder haben, mit ½ Prosenthese auf einander. Doch ist es sehr schwer, hier die Regel aufzufinden, weil durch häufiges Fehlschlagen einzelner Blätter oder Blattpaare eine grosse Regellosigkeit eintritt.

Die Blätter sind dichotom zerschlitzt, aber ohne an derselben Pflanze eine bestimmte Anzahl von Lappen zu haben; doch zeigen ausgewachsene Blätter nie weniger als 2, nie mehr als 8 Zipfel. Bei den ältern Blättern stets und zuweilen auch ausnahmsweise mitten zwischen jungen Blattwirteln, die dasselbe nicht zeigen, findet man ganz regelmässig etwa ¼ Zoll von der Axe entfernt ein vollständiges Gelenk, an welcher Stelle das Blatt später abfällt, oder wenn es von der Spitze aus bis auf einen kleinen Rest verfault ist, gleichsam wie ein brandiges Glied abgestossen wird**). Da ich nun häufig zwischen ausgebildeten Wirteln einen Wirtel, oder auch in einem Wirtel ein-

---

*) Es bedarf wohl keiner Erinnerung, dass der Tadel dieser Tafel, auf die ich noch später zurückkommen muss, nicht den verehrten Herausgeber trifft, da es sich von selbst versteht, dass ein solches Werk ohne Beihülfe vieler Mitarbeiter nicht zu Stande zu bringen ist. Um so mehr aber verdient es öffentliche Rüge, wenn ein Mitarbeiter den Namen eines so verdienten Mannes missbrauchend, statt einer Pflanzenanalyse eine blosse Fortsetzung von *Hill's* vegetable System in die Wissenschaft einschwärzt. Ich glaube mit Grund behaupten zu dürfen, dass die ganze Analyse aus dem Kopf und noch dazu nach einer sehr schlechten Beschreibung gezeichnet ist.

**) Wahrscheinlich ist es eine oberflächliche Beobachtung dieser Erscheinung, welche *Hooker* (*Flor. scot.*) die Worte in den Mund legt: *foliage often inflated and jointed like a conferva.* Ich weiss sonst nicht, was es bedeuten könnte.

Digitized by Google

zelne Blätter fand, wo nur jene stehen bleibenden Stümpfe, aber organisch zugespitzt und zuweilen schon mit mehr oder weniger vollendeter Dichotomie erschienen, so scheint es fast, als ob hier eine förmliche Reproduction eines und desselben Organes stattfinde, was doch bis jetzt in der Pflanzenwelt ohne Beispiel ist.

Die Blätter sind übrigens, so weit sie zerschlitzt sind, an der Aussenseite gezähnt und diese Zähne treten stets an den jungen Blättern, an den Spitzen der Zweige, stärker hervor.

Es scheint, dass sich in der Achsel jedes Blattes eine Knospe entwickeln könne, wenigstens konnte ich in der Stellung der Zweige daraus keine Gesetzmässigkeit auffinden, indem 2 sich folgende Seitenäste bald übereinander, halb alternirend, bald in irgend einem grössern oder kleinern Winkel zu einander gestellt sind, ohne eine cyklische Wiederkehr derselben Verhältnisse auch nur anzudeuten. Im Uebrigen entwickeln sich der Seitenknospen ziemlich viele und die Pflanze ist, obwohl mit durchgehendem Hauptstengel, von unten auf so sehr verästelt, dass man versucht wird es für einen *caulis deliquescens* zu erklären.

## §. 3. Von der Blüthe.

Die Blüthen sind monöcisch und stehen fast ungestielt in den Blattachseln, gemischt, die männlichen bald über, bald unter den weiblichen. Unter mehreren 100 von mir untersuchten Pflanzen habe ich nie *mas* und *femina* an einem und demselben Wirtel gefunden und lasse daher die Richtigkeit der Abbildung bei *Nees ab Esenbeck* l. c. dahingestellt. *Hooker* l. c., dessen Beschreibung beiläufig unter den neuern die uncorrecteste ist, giebt an: „*flowers whirled*," was wohl nie der Fall ist.

*Mas.*

Die älteste genauere Beschreibung der *Stamina* findet sich bei *Dillen*, der schon anführt, dass nur Antheren (*apices*) ohne Filament vorhanden seyen. Auch kennt er den Pollen, vergleicht ihn dem Inhalt der Mooskapseln und bildet ihn ab. —

Digitized by Google

Wenn *Sprengel* (Gesch. d. B. II. S. 160.) behauptet, *Dillen* habe die männlichen Theile nicht finden können, so hat er ihn offenbar nicht gelesen.

Die männlichen Blüthen sowohl, wie die weiblichen, sind von einer gewissen Anzahl blattartiger Organe umgeben, die ich immer länglich, abgestumpft, oder ausgerandet, fast rectangulär fand (cf. Fig. 121.); oben sind sie mit 2—3, gewöhnlich aus einer Zelle bestehenden, Spitzen versehen. Bei *Schkuhr* scheinen sie mir allein richtig abgebildet zu seyn; so, wie sie bei *Nees ab Esenbeck* l. c. dargestellt sind, finden sie sich nie.

Der gewöhnlichen Darstellung nach sind eine gewisse Anzahl Antheren in einem Calyx, oder Perianthium vereinigt. Dass die Zahl derselben ein Vielfaches der Kelchtheile sei, wie *A. L. de Jussieu* und nach ihm Mehrere angeben, ist höchstens hin und wieder zufällig der Fall, in der Regel aber nicht wahr. Ich fand 5—27. Betrachtet man ihre Stellung genauer auf Längsschnitten, so sieht man, dass nicht alle in gleicher Ebene inserirt sind, sondern, dass die innern höher stehen, und wenn ihrer viele vorhanden, sich mehrere Kreise, um eine etwas verkürzte Axe geordnet, unterscheiden lassen. Die des äussersten Kreises sind jedesmal einem Kelchlappen opponirt; so dass es mir am natürlichsten scheint, das Ganze nicht als eine einzelne Blume, sondern als eine Inflorescenz anzusehen, nämlich als ein verkümmertes Kätzchen monandrischer Blumen, deren obere Bracteen fehlschlagen (cf. Fig. 120.).

Ueber Dehiscenz und Stellung der Anthere zur Axe hat bis jetzt Niemand etwas bemerkt, auch ist die äussere Form, in der man leicht eine Metamorphose der Bractealblätter erkennt, nicht allzu genau beschrieben. Das Filament ist sehr kurz und verläuft in ein breites fleischiges Connectivum, welches sich über die Antherenfächer verlängert und oben meist mit 3 Spitzen versehen ist. (*Hooker* l. c. sagt: *Anthers two becked, two celled;* beides ist uncorrect.) Die Antherenfächer sitzen an der äussern von der Axe abgewendeten Seite und sind jedes vollkommen zweizellig, wie das überhaupt die Regel bei allen Antheren vor dem Aufspringen ist*). Die nicht aufspringenden Valveln

*) Ausgenommen von diesem ganz durchgreifenden Gesetz sind nur

Digitized by Google

enthalten keine Faserzellen, eine Ausnahme von dem gewöhnlichen Bau, die wahrscheinlich für alle unter Wasser blühenden Gewächse charakteristisch ist, wenigstens findet sich derselbe bei Najas und Zannichellia. Gegen oben münden je zwei und zwei Zellen zusammen. Ein schlecht geführter Schnitt in dieser Gegend könnte möglicher Weise eine Figur wie die bei *Nees* l. c. veranlassen. Endlich öffnen sich beide Fächer auf dem Scheitel der Anthere mit einem gemeinschaftlichen Porus. Der Pollen ist vom gegenseitigen Druck unregelmässig, mehr oder weniger länglich und hat, wie alle unter Wasser blühenden Pflanzen, nur eine einzige Membran, deren Inhalt ausser einer wasserhellen Flüssigkeit nur aus grössern oder kleineren Stärkekörnern besteht (vid. Fig. 119, 122, 123, 124.).

*Femina.*

Das Pistill ist von einer unbestimmten Anzahl ähnlicher Bracteen, wie bei Mas, umgeben. Die Zahl derselben ist aber keineswegs constant sechstheilig, wie von *Willdenow* und einigen Andern angegeben wird, sondern variirt eben so, wie bei der männlichen Blüthe. Ich bin daher geneigt, hier nach der Analogie ebenfalls lieber ein *Amentum depauperatum*, statt einer einzelnen Blume anzunehmen. Das Ovarium ist eiförmig, an der Basis glatt, da die Stacheln erst beim Auswachsen der Frucht erscheinen. Nach oben verläuft es in einen meist sehr kurzen Stylus, der in ein langes fadenförmiges, unten etwas rinnenartiges, Stigma endet. Ein enger Canal führt aus dem Ovarium durch den Stylus und öffnet sich am Ende desselben.

Das Ovarium ist einfach und enthält nur ein Eichen, welches, mit breiter Basis dem obern und hintern Theile der Wand angewachsen, hängend erscheint. Es besteht aus einem Nucleus von einem einfachen Integument bekleidet und ist atrop*), d. h.

---

die *Antherae dimidiatae* der *Marantaceae*, und einige wenige andere Pflanzen, so wie die wirklich einfächrigen bei einigen Najaden z. B. *Najas minor*, die aber noch genauer Untersuchung werth sind, da ihre Bildung ganz von der aller andern Antheren abweicht und sich mehr der eines Ovulum nähert.

*) Ich erlaube mir diesen Terminus dem Mirbel'schen orthotrop zu substituiren, da letzterer eine *contradictio in adjecto* enthält.

Digitized by Google

die Mikropyle ist nach unten gekehrt. Dieselbe ist aber nicht gerade an der Spitze, sondern ein klein wenig seitwärts von der Axe abgewendet (cf. Fig. 125.).

## §. 4. Die Frucht.

Der wirklich reifen Früchte ist, so viel mir bekannt, bei keinem Autor Erwähnung geschehen, als bei *Chamisso* (*Linnaea* Bd. IV.), der sie aber nicht für das erkannte, was sie sind, sondern seine beiden Species *C. tuberculatum et muricatum* darauf gründete.

Die natürlich gereifte Frucht, d. h. die, welche sich freiwillig von der Pflanze getrennt hat, ist eine Steinfrucht, auf derselben Pflanze bald grösser bald kleiner und dem Umrisse nach zwischen umgekehrt-eiförmig und elliptisch schwankend, auch von den Seiten mehr oder weniger zusammengedrückt. Man kann darauf*) am wenigsten specifische Unterschiede gründen.

Am Pericarpium unterscheidet man zwei Schichten, wovon die äussere dünne, aus dünnwandigen etwas von aussen nach innen gestreckten Zellen bestehende, bei der reifen Frucht meist durch Fäulniss zerstört ist, oder sich der andern fest anlegt, oft aber auch schon früher (da die Zellen etwas Stärke enthalten) von kleinen Wasserschnecken abgefressen ist. Sie überzieht die Stacheln, von denen zwei sehr regelmässig nach aussen und innen an der Basis der Nux stehen, auch bildet sie allein [wenn die Stacheln breiter werden oder sich mehrere bilden immer, obwohl nicht ausschliesslich nur dann**)] einen flachen Rand, oder eine Art Ala zwischen den Stacheln. Die innere Schicht, die eigentliche Nuss, besteht aus stark verholzten, mehr der Länge der Frucht nach gestreckten Zellen. Sie ist überall nach aussen höckerig, welche Höckerchen bald grösser (*murices*), bald kleiner (*tubercula*) wegen der fehlenden, oder fest anliegenden äussern Schicht an der reifen Frucht nach aussen sichtbar werden. Diese Schicht bildet hauptsächlich die

*) D. h. auf den Umriss.

**) Ich habe oft *C. oxyacanthum Cham.* mit deutlicher Ala beobachtet.

Digitized by Google

Stacheln, indem sie einen dünnen Fortsatz in dieselben hineinschickt, so dass diese nur als mehr ausgebildete Höckerchen erscheinen. Am deutlichsten ist dies bei den auf beiden Seiten sich zuweilen zeigenden Stacheln (*C. platyacanthum Cham.*). *Chamisso* gebraucht hier den Ausdruck *facies*. *Facies* und *dorsum* scheint mir aber richtiger auf die der Axe zu- und abgewendete, mit den beiden Basilarstacheln versehene, scharfe Kante angewendet zu werden, obwohl sie eben durch das Auswachsen des Stachels, welcher der Axe zugekehrt dieser ausweichen muss, meist eine halbe Drehung erleidet. Von dem Umstand, dass das, was *Chamisso facies* (ich *latera*) nennt, bei *C. platyacanthum* fast gekielt sey, habe ich mich selbst bei seinen Originalexemplaren im kgl. Berl. Herbarium nicht recht überzeugen können.

Der Stylus variirt ebenfalls an denselben Individuen zwischen fast völligem Verschwinden und starkem Auswachsen. In der Holzschicht der Nux verlaufen 2 Streifen langgestreckter Zellen, wie sie die Spiralgefässe zu begleiten pflegen, ohne dass letztere vorhanden sind. Der eine Streif verläuft an der der Axe zugekehrten Seite und gehört der Placenta an, der andere an der entgegengesetzten, sich im Stylus endigend (vid. Fig. 130.).

### §. 5. Vom Saamen.

Der Saame ist hängend*) und besteht 1) aus einer einfachen, sehr dünnen, durchsichtigen Membran, an der sich nach oben eine gelbliche, etwas verdickte Stelle, ohne scharfe Begrenzung, als *Hilus* und *Chalaza*, auszeichnet; 2) aus 4 — 6 zusammengeschrumpften und vertrockneten Zellen des Endosperms, deren unterste die *Plumula* des Embryo umschliessen,

*) *Link* schreibt *Ceratophyllum* ein *Amphispermium* zu, welchen Ausdruck er in *Willdenow's* Gdr. d. Kräuterk. (S. 166.) so erklärt: „Ich nenne Saamenhülle (*Amphispermium*) wenn die Fruchthülle die Gestalt des Saamens ganz und gar hat, so dass die Stelle der Anheftung für Saamen und Hülle eine und dieselbe ist.“ Dies ist aber bei *Ceratophyllum* so wenig wie bei den Gräsern der Fall.

Digitized by Google

und 3) aus dem Embryo selbst. Dieser ist mit der Wurzel nach unten gerichtet, hat zwei grosse fleischige Kotyledonen und eine sehr entwickelte *Plumula*. Diese letzte, welche allein von den Endospermzellen umschlossen wird, besteht aus einem Blattkreis (von zwei ziemlich grossen, fleischigen aber ungetheilten Blättern), der zuweilen, obwohl nicht immer, durch ein bemerkbares Internodium von den Kotyledonen entfernt ist, dann aus einem Wirtel von 6 ungetheilten Blättern und endlich aus 2—3 Wirteln gabelig getheilter Blätter. Die letzteren sind stets durch ein sichtbares Internodium geschieden (vid. Fig. 131.).

Da diese Beschreibung des Saamens in zwei wesentlichen Punkten, in der *radicula infera* und den *Cotyledon. binis*, von der in allen neuern Handbüchern gegebenen abweicht, so muss ich hier etwas ausführlicher meine Ansicht rechtfertigen.

Was zuerst die *radicula infera* betrifft, so kann dabei eigentlich von keiner Meinungsverschiedenheit die Rede seyn, da ein Irrthum bei der Grösse des Saamens und bei dem durch die Stacheln auch ausser dem Zusammenhange mit der ganzen Pflanze immer bezeichneten Oben und Unten zu den Unmöglichkeiten gehört. Um so mehr muss man die Kühnheit des Verfassers der Tafel bei *Nees* (*l. c.*) bewundern, der die *radicula supera* sogar abgebildet hat. — Die älteste Saamenanalyse unsers unschätzbaren *Gärtner* giebt richtig *radicula infera* an, ebenso *C. L. Richard* (*An. fr.*), *De Candolle* (*Flor. fr.*), *A. de Jussieu* (*Dict. class.*), *Achille Richard* (*Nouv. élém. bot.*) und *Brongniart* (*Dévelopg. de l'embr.*). Alle übrigen Schriftsteller haben eine *radicula supera* und zwar ist es *De Candolle* (*Prodr.*), der in doppeltem Sinn den Zug anführt, indem er *Richard*, auf den er sich beruft, missversteht und seine frühere richtige Meinung aufgiebt. Ihn haben alle folgenden Schriftsteller, bis auf *Lindley* (1836) herab, getrost abgeschrieben, was den Deutschen zum bittern Vorwurf gereicht, da Nationalgefühl sie schon zu ihrem Landsmann *Gärtner* hätte zurückführen müssen, von *Lindley* aber doppelt tadelnswerth erscheint, da er, fast allein auf die *radicula supera*, eine neue höchst exorbitante Verwandtschaft gründet, ohne je selbst einen Saamen angesehen zu haben und ohne die unversiegbaren Quellen für Frucht- und Saamenstudium, *Gärtner* und *Richard*, zu Rathe zu ziehen.



Digitized by Google

*Richard* (*An. fr.*) sagt nämlich: „*on peut observer l'embryon antitrope — dans la graine renversée comme celle de Ceratoph.*“ d. h. man findet einen Embryo, dessen Wurzel dem *hilus* gegenüber liegt — beim *semen pendulum* z. B. *Ceratoph.*; also *radicula infera. De Candolle*, ohne *Richard's* Terminologie zu Rathe zu ziehen, lässt nun die Worte *graine renversée*, in Bezug auf welche der *embryon antitrope* (ein relativer Ausdruck) allein einen Sinn hat, fallen, nimmt diesen letzten Ausdruck absolut und macht daraus einen umgekehrten Embryo, der die Wurzel gen Himmel kehrt.

Der zweite Punkt, die Zahl der Kotyledonen betreffend, lässt sich schon leichter als streitig ansprechen. Lange verweilte *Cerat.* bei den Najaden, obwohl *A. L. de Jussieu* selbst bezweifelt, dass es monokotyledon sey, selbst nachdem schon der, meist sehr treu beobachtende, *Adanson* (1763) es bestimmt für dikotyledon erklärt hatte. — 1801 lieferte *Gärtner* eine vollständige Analyse des Saamens, obwohl er im Text die wirklichen Kotyledonen zum Vitellus*) macht, das erste Blattpaar der *Plumula* unbegreiflicher Weise mit Stillschweigen übergeht und den zweiten aus 6 ungetheilten Blättern bestehenden Wirtel als 6 Kotyledonen anspricht. Dennoch stand die Pflanze 3 Jahre später bei *J. St. Hilaire* (*Expos. fam. nat.*) noch unter den Najaden. *Cl. L. Richard* war glaube ich der erste (1808), der bestimmt von 4 Kotyledonen spricht, eine Ansicht, die sich bald so sehr geltend machte, dass man sie überall wiederholt findet. Nur *Smith* (*engl. Flor.*) nimmt mit *Adanson* zwei Kotyledonen an.

Ich trete aus folgenden Gründen dieser letzten Ansicht bei: 1) sind die beiden ächten Kotyledonen bereits fast vollständig ausgebildet, lange ehe eine Spur des darauf folgenden Blattpaares zu sehen ist (vid. Fig. 130.). Bei allen wirklichen Polykotyledonen entstehen aber die Kotyledonen gleichzeitig; 2) findet man bei einigen reifen Saamen ein wirkliches bemerkbares Internodium zwischen den Kotyledonen und den mit ihnen alterni-

*) Ein botanisches Gespenst, von dem uns gründlicheres Studium des Saamens und besonders der Entwicklungsgeschichte in neuerer Zeit gottlob befreit hat.

Digitized by Google

renden 2 Blättern. — Ein dritter Grund würde vielleicht von der Keimung herzunehmen seyn, doch habe ich diese bis jetzt noch nicht beobachten können*). — Auf ganz ähnliche Weise alterniren mit den 2 Kotyledonen von *Casuarina* zwei kleine Blätter, die durch kein Internodium von ihnen geschieden sind, in Form und Consistenz aber den gewöhnlichen Blättern gleichen. Zunächst folgt dann immer ein Kreis von 4 Blättern und später erst die, bei den verschiednen Species verschiednen, 6—12theiligen Wirtel. — Auf diese Weise wird bei beiden Pflanzen der Uebergang von den Kotyledonen zu den Laubblättern stetig vermittelt; auch unterscheiden sich ihre Wirtel von denen der Polykotyledonen dadurch, dass letztere aus einer vielblättrigen Spirale, erstere aber aus Cyklen zweitheiliger Spiralen bestehen.

### §. 6. Zur Entwicklungsgeschichte.

Mit der Bildungsgeschichte hat sich bis jetzt Niemand, als *Ad. Brongniart* beschäftigt, doch hat er einiges falsch beurtheilt, anderes ist ihm entgangen, so dass mir noch immer eine nicht unbeträchtliche Nachlese bleibt. Das jüngste Ovulum, welches ich noch geraume Zeit vor der Befruchtung zu beobachten Gelegenheit hatte, zeigte den Nucleus noch ziemlich weit aus dem einfachen Integument hervorstehend und auf feinen Längsschnitten konnte ich deutlich den Verlauf der innern Oberhaut des Pericarpium (*cf. Fritzsche* in *Wiegmann's* Archiv Bd. I. S. 230.) bemerken, wie sie erst von aussen, dann von innen das Integument und dann den Nucleus überzieht, aber gegen dessen Spitze (*mamelon d'impregnation Brongn.*) sich weniger deutlich vom Parenchyma unterscheidet (vid. Fig. 125.). In einem spätern Zustande, wo das Integument bereits bis auf eine kleine Oeffnung geschlossen war, obwohl noch vor der Befruchtung, beobachtete ich den Embryosack, als eine lange cylindrische Zelle in der Axe des Nucleus, den sie von der Chalaza aus bis etwa ¼—⅓ seiner Länge von der Spitze durchläuft. Zur Zeit der Befruchtung ist der Embryosack länglich eiförmig, nach unten etwas verschmälert, nach der Chalaza hin meist plötzlich in ei-

*) Siehe den Nachtrag zu diesem Aufsatz.



Digitized by Google

nen kleinen Zapfen auslaufend, mit wasserheller Feuchtigkeit gefüllt und lässt sich unverletzt herauspräpariren. In seiner Spitze (dem Mikropylende) zeigen sich dann einige (3 — 5) durchsichtige kleine Zellen, eine Art von Endosperm.

Es gelang mir nicht Pollen auf dem Stigma zu beobachten, wohl aber konnte ich öfter den Pollenschlauch vom untern Ende des Stylus längs der Wand des Ovarii abwärts bis zur Mikropyle verfolgen. Hier tritt er in die Oeffnung des Integuments ein und schwillt dann in eine unregelmässige bald grössere bald kleinere sackförmige Erweiterung an; einmal fand ich auch ausserhalb der Mikropyle einen bei derselben vorbeilaufenden, blindgeendigten Seitenast (vid. Fig. 126.). Von jener Erweiterung dringt nun der Pollenschlauch in den Nucleus ein, bis er den Embryosack erreicht und unmittelbar darauf zeigt sich in demselben mit der Stelle, wo der Pollenschlauch angetreten ist, durch einen dünnen Faden (*filament suspenseur Mirb.*) verbunden und unterhalb der oben erwähnten Endospermzellen, ein kleines mit einer opaken Flüssigkeit gefülltes Bläschen, als erste Spur des Embryo (vid. Fig 127.). Während dieser Zeit und der allmäligen nun vor sich gehenden Ausbildung des Embryo zu einem kleinen zelligen Körper dehnen sich die Endospermzellen bedeutend aus, bis sie das Chalazaende des Embryosacks erreichen und diesen ganz erfüllen; da sie aber nirgends mit demselben verwachsen, sind sie ohne Mühe herauszunehmen und man findet dann an ihrem untern Ende den noch kugelförmigen Embryo, dessen *stipes* hier sehr schnell obliterirt, obwohl er im Anfange deutlich zu sehen ist. Diese vergrösserten Endospermzellen hat *Brongniart* (*Mém. développ. l'embr. p.* 83.), ihre Natur ganz verkennend, für einen zusammengesetzten Embryosack angesehen und von ihnen eine ziemlich uncorrecte Abbildung gegeben. Seine Beschreibung und Abbildung von „*quatre cellules superposées*" ist nur die Darstellung eines einzelnen zufällig vorliegenden Exemplares, denn es finden sich 3—5 grössere Zellen, von denen zuweilen 2 auch seitwärts aneinander liegen. Ausserdem sind nach unten noch eine sehr unbestimmte Anzahl kleinerer Zellen vorhanden, zwischen deren Enden der Embryo eingeklemmt liegt; sie enthalten jedesmal einen sog. Zellenkern (*cf. Rob. Brown Orch. et Asclep. p.* 710 *sqq.*). Auch

Digitized by Google

diese letzten hat *Brongniart* (Taf. 44. Fig. 1. E.) viel zu regelmässig und wenig naturgetreu abgebildet.

Mit dieser Erklärung fällt denn auch *Brongniart's* angebliche Bildung des Embryo ausserhalb des Embryosacks (l. c. p. 95.) von selbst weg.

Um diese Zeit bieten die erwähnten Endospermzellen ein sehr interessantes Schauspiel dar, welches mich bei der Entdeckung auf's höchste überraschte und an welchem ich mich mit meinem Onkel, dem Prof. *Horkel* zu Berlin, welchem ich das Phänomen zeigte, zum öftern ergötzt habe. In jeder Zelle nämlich findet eine Circulation einer gelblichen, schleimigen, mit einigen feinen dunklen *granulis* gemischten Flüssigkeit statt. Diese Bewegung unterscheidet sich wesentlich von allen ähnlichen, stets parietalen Zellensaftcirculationen*), indem der Strom von dem Grunde der Zelle aus in ihrer Axe einem Springbrunnen gleich aufsteigt und sich an der Decke der Zelle in unzählige, feine, kaum sichtbare Stämmchen vertheilt, die an allen Seiten an der Wand wieder niederfallen, um sich unten wieder mit dem Hauptstrome zu vereinigen. Gerade wo der Hauptstrom die Decke der Zelle berührt, liegt scheinbar ganz frei, wie ein Ballon auf der Spitze eines Springbrunnens, eine runde Zelle (Fig. 128. u. 129.), die mit einer opaken Flüssigkeit gefüllt ist und einen dunklern, fast undurchsichtigen Zellenkern enthält. Die Richtung des centralen Stromes ist in allen Zellen dieselbe, vom Embryo her gegen die Chalaza gerichtet, die der Wandströmchen natürlich entgegengesetzt. — Es gehört eine ziemlich zarte Behandlung des Objects dazu, um die Circulation recht schön zu sehen. Wenn man das Ovulum öffnet und jene Zellen herausnimmt, so gelingt es zwar zuweilen, die

*) Ausser bei den längst bekannten Pflanzen fand ich die Zellensaftbewegung noch in den Corollenhaaren von *Stapelia Asterias* und *Bouvardia coccinea*, in den Stylushaaren von *Campanula medium*, in den Filamenthaaren von *Anagallis arvensis*, in dem Stigmabart von *Isotoma axillaris*, endlich in den Stigmapapillen von *Lichnis Armeria* und einer grossen Menge anderer Pflanzen, besonders Liliaceen. Ferner beobachtete ich, dass die Pollenmassen von *Hoja carnosa* in dem Nectar der Corolla Schläuche treiben, und diese dann ebenfalls, wie schon *R. Brown* bemerkt, schöne Circulation zeigen.

Digitized by Google

Bewegung noch einige Secunden zu bemerken. Sie wird aber durch die Einwirkung des nöthigen Wassers zu schnell aufgehoben, um sie genau kennen zu lernen. Man muss daher mit geschickter Hand einen doppelten Längsschnitt durch das Ovarium führen und zwar so, dass an beiden flachen Seiten des Eichens, Pericarp, Integument und Nucleus entfernt wird, der Embryosack selbst aber mit den darin enthaltenen Endospermzellen unverletzt und in seiner Lage bleibt. Dieses Präparat mit möglichst wenig Wasser unter das Mikroskop gebracht, zeigt die Bewegung noch mehrere Minuten in völliger Lebendigkeit. *Brongniart* hat übrigens, wie aus seiner Abbildung (l. c. Taf. 44. 1. E.) erhellt, diese Circulation vor Augen gehabt, ohne sie zu sehen; der dunklere Streifen in der Mitte der untern grossen Zelle ist nämlich offenbar der centrale Schleimstrom *). — Nachdem durch die Einwirkung des Wassers die Circulation gehemmt ist, überzeugt man sich leicht, dass durchaus kein mechanischer Apparat vorhanden ist, welcher die Richtung des centralen Stromes bedingt. Der gelbliche Schleim sammelt sich dann, meist nach oben, in einen grossen Tropfen, und man versichert sich dann schon durch den blossen Anblick, noch besser aber durch Anwendung des Pressschiebers und durch behutsames Präpariren unter einer etwas starken Linse, dass die Zelle durchaus einfach ohne innere Scheidewände oder Kammern ist.

Durch den sich ausbildenden Embryo, so wie durch die Vergrösserung der untern Zellen, werden nun die obern allmälig zusammengedrückt und sterben eine nach der andern von oben nach unten ab, so dass man oft 1 — 2 Zellen todt oder zusammengeschrumpft findet, während in den untern die Circulation noch lebendig ist.

Der Embryo, der anfangs kugelrund war, wird bald birnförmig, so, dass seine Spitze von den kleinen untern Endo-

*) Auch ich verdanke diese Entdeckung nur dem vortrefflichen Instrumente unseres *Schiek*, dessen Mikroskope sich schon unter der frühern Firma *Pistor* und *Schiek* so europäischen Ruf erworben haben, dass nur etwa *Plössl* mit ihm in die Schranken treten kann, und der in seinem neuen Etablissement (Berlin, Dorotheenstrasse No. 31. g.) fortfährt, immer vollendetere Arbeiten zu liefern.

Digitized by Google

spermzellen umgeben ist, und entwickelt endlich auf beiden Seiten die Kotyledonen, von denen der eine nach der Axe zu, der andere von dieser abgewendet liegt. Erst, wenn beide fast ihre ganze Grösse erreicht haben und die Ensospermzellen alle abgestorben sind, bildet sich aus der von ihnen umgebenen Spitze die Plumula aus.

Was *Brongniart* zu seiner Fig. F u. G (l. c. Taf. 44, 1.) Veranlassung gegeben hat, weiss ich nicht, in der Natur wenigstens kommt nichts vor, was der Abbildung auch nur entfernt entspräche.

Gleichzeitig mit der Ausbildung des Embryo wird der Nucleus gänzlich resorbirt, das Pericarp verholzt in seiner innern Schicht und bildet die Stacheln aus.

## §. 7. Zur Anatomie und Physiologie.

Die mikroskopische Zergliederung dieser Pflanze bietet wenig Interessantes dar. Sie ist, wie alle ganz untergetauchten Pflanzen, sehr einfach gebaut. Spiralgefässe gehen ihr bestimmt ab, was allerdings bei Phanerogamen zu den Seltenheiten gehört, da die Zahl derer, bei denen sie sonst vermisst wurden, sich sehr verkleinert hat*). — Der Stamm besteht aus

*) Bei *Lemna polyrrhiza* entdeckte ich schon 1835 die Spiralgefässe, von denen jede Wurzel und jeder Blattnerv eins enthält, die meist die Form von Ringgefässen haben; die der Blattnerven sind die feinsten, die ich bis jetzt beobachtet, indem sie höchstens 0,0005 bis 0,0009 Par. Z. im Durchmesser halten. Bei *Lemna trisulca* bemerkte ich (1836) zur Zeit der Blüthe ein kurzes Gefäss in der Wand des Ovarium und ein ähnliches in der Rhaphe (letzteres auch bei *L. minor*), beide sind aber schon in der auswachsenden Frucht verschwunden. Ein noch merkwürdigeres Beispiel transitorischer Spiralgefässe bietet, wenn ich mich nicht irre, *Zannichellia* dar. In den 2 — 3 obersten Stengelknoten findet man einen kleinen Haufen wurmförmiger Körper, von dem aus Spiralgefässe in die äussersten Theile laufen, so dass jeder Stengel, jedes Blatt, jede weibliche Blüthe und jeder Staubfaden eins erhält. So wie sich aber dieser jüngste Theil der Pflanze weiter entwickelt, scheinen sich die Gefässe wieder zu verlieren. — Beiläufig will ich hier noch gegen *Bongard* (*Mémoires St. Petersb. I.*) bemerken, dass die Podostemeen sammt und sonders Spiralgefässe besitzen, wenn nicht vielleicht

Digitized by Google

Rinde mit Oberhaut überzogen, die hier, wie in den Blättern, sehr kleinzellig ist und der ganzen Pflanze allein ihre Rigidität giebt. Auf die Rinde folgt ein Kreis von Bündeln langgestreckter Zellen und die Mitte nimmt ein deutliches Mark ein. Rinde und Mark bestehen aus etwas in die Länge gestrecktem, ziemlich regelmässigem Parenchyma mit sehr grossen Intercellulargängen. Die Zellen haben wasserhelle Wände mit Ausnahme der Oberhaut, deren Zellenwandungen mit einer Schicht formlosen Chlorophylls überzogen sind. Uebrigens enthalten die Zellen Körner, die in der Oberhaut am kleinsten, nach innen am grössten, hier zum Theil wasserhell, nach aussen hin aber allmälig immer intensiver grün gefärbt sind. Sie bestehen alle aus Stärkemehl, das mit Chlorophyll überzogen ist; letzteres lässt sich leicht von allen durch absoluten Alkohol entfernen, worauf die Körner durch Iodtinctur blau gefärbt werden*). Die Zellen der Gefässbündel sind sehr in die Länge gezogen, scheinen aber kein Prosenchym zu seyn. Sie enthalten eine opake schleimige Feuchtigkeit; die Intercellulargänge sind auch hier ziemlich bedeutend. Das Mark ist ganz der Rinde gleich.

In der Rinde befindet sich ein Kreis grosser Luftcanäle, ein zweiter kleinerer zwischen den Bündeln langgestreckter Zellen, ein dritter im Marke, welches endlich noch eine centrale Lufthöhle zeigt.

Das Blatt besteht aus denselben Elementen, wie der Stengel; das untere ungetheilte Stück enthält 3 Luftcanäle und einen auf der obern Seite liegenden Bündel verlängerter Zellen. Spaltöffnungen sind natürlich nicht vorhanden.

---

Philocrene (*Bong.*) (offenbar *Tristicha Thouars*) ausgenommen ist, die ich bis jetzt nicht gesehen. Ja bei den grössern sind sie selbst auffallend gross und schön entwickelt.

*) Dasselbe habe ich bei allen Pflanzen gefunden und muss die Existenz von sog. Chlorophyllkörnern, oder nach *Meyen's* Phytotomie „Zellensaftbläschen" gänzlich bezweifeln. Chlorophyll ist immer eine homogene, formlose, wachsartige Masse, die die Zellenwände, das Stärkemehl, oder eine andere Art von Körnern überzieht, welche der Stärke ähnlich, aber durch Iod braun gefärbt werden.

Digitized by Google

Die Luftcanäle haben Scheidewände, die durch tafelförmiges Zellgewebe mit sehr erweiterten Intercellulargängen (sog. sternförmigem Zellgewebe) gebildet werden.

Ob die Pflanze perennirend sey oder nicht, wage ich bei meinen mangelhaften Beobachtungen darüber nicht zu bestimmen. Soviel ist gewiss, dass sie durch ein im Boden liegendes Rhizom perenniren müsste, denn im Frühjahr findet man keine Spur der Pflanze.

Sie blüht sehr lange — vom Juli bis Mitte September. Im Anfang des Septembers findet man Blüthen und fast reife Früchte an demselben Stengel.

Sie wächst in stehenden Gewässern, oder in Buchten langsam fliessender Flüsse da, wo sie nicht vom Strome getroffen wird. Die Tiefe, in der sie vegetirt, ist wegen des wechselnden Wasserstandes schwer anzugeben. Doch habe ich sie auch in sehr trocknen Sommern nie die Oberfläche des Wassers erreichen sehen, von der sie stets mehrere Zolle entfernt bleibt.

Auf meine Bitte unterwarf Hr. *Lose*, Assistent des Hrn. Prof. *Magnus* zu Berlin, die Pflanze einer ungefähren chemischen Analyse, deren Resultate folgende waren:

| | Gran |
|---|---|
| das durch Fliesspapier vom anhängenden Wasser möglichst gereinigte Kraut wog | 780 |
| lufttrocken | 87 |
| bei 30° R. getrocknet | 69 |
| Diese liessen sich nur äusserst schwer verbrennen, wobei die Asche die Gestalt der Pflanze beibehielt. Dieselbe wog | 8 |
| Diese enthielten ungefähr $\dot{A}C$ | 5 |
| $\dot{S}i$ | 2 |
| $C\dot{a}\dot{S}$ | 1 |

Merkwürdig ist hier der ungewöhnlich grosse Gehalt an Thonerde. Ich konnte keine vergleichende Analysen mit Pflanzen, die in anderm Wasser gewachsen waren, anstellen, um zu sehen, ob der Salzgehalt der Asche vielleicht vom Standort abhängig ist. Auffallend ist auch bei der scheinbar so rigiden Pflanze der grosse Wassergehalt von fast 90 Procent.

Digitized by Google

### §. 8. Geographische Verbreitung.

Ueber die Geographie dieser Pflanze ist wenig zu sagen, da sie überall vorkommt. Nur das möchte als merkwürdig zu erwähnen sein, dass es fast scheint, als wenn sie auf die nördliche Hemisphäre beschränkt sey; ich habe wenigstens bis jetzt keine Notiz über ihr Vorkommen jenseits der Linie auffinden können*).

Die europäischen Standorte sind allgemein bekannt. Nach mündlichen Mittheilungee des Staatsraths *Fischer* aus Petersburg kommt sie in Sibirien bis Irkutzk und im Baikal vor. Für Ostindien sind *Roxburgh* (*Flora ind.*) und *Wight* und *Arnott Flora ind.*) zu vergleichen. Aus Aegypten sind Exemplare von *Sieber* gesammelt im königl. Herbario zu Berlin. *Desfontaines* (*Flor. atlant.*) nennt die Barbarei als Standort. In *Guillemin etc. flore de Senegambie* wird sie ebenfalls mitgezählt, und endlich *Nuttal* (*Flor. americana*) giebt sie für Nordamerika an, so wie *Chamisso* (*Linnaea* Bd. IV.) für Californien.

### §. 9. Ueber die Verwandtschaft der Pflanze mit andern Familien.

Bei der unvollkommnen Kenntniss von dieser Pflanze kann es nicht auffallen, dass sie von den ersten Beobachtern ihres Standorts wegen zu den Najaden gerechnet wurde. So hat sie *Bern. de Jussieu* (*Hort. Trian.*), *Ant. L. de Jussieu* (*Genera Plant.*) und *J. St. Hilaire* (*Fam. natur.*). *Adanson* zählte sie, ich weiss nicht warum, da er sie doch dikotyledon nennt, zu seinen Aroideen. *Mirbel* scheint der erste gewesen zu seyn, der sie (in *Sonnini's* Buffon) als *planta incertae sedis* aufführt, womit die Bahn zur Aufstellung einer eignen Familie allerdings gebrochen war. Später erklärte sie *C. L. Richard* (*Ann. Mus. T. XVI.*) für ein *genus coniferis affine*, wozu ihn wohl nur die Annahme von 4 Kotyledonen bewog. *De Candolle* (*Fl. fr.*) gesellte sie den Salicarien bei. Sie weicht aber von seiner eignen

*) Nach spätern Beobachtungen unrichtig.

Digitized by Google

Charakteristik dieser Familie ab: durch ursprüngliche Monöcie, durch den nicht röhrigen Kelch, das Fehlen der Corolla und die nicht perigynen Staubfäden; endlich ist die Frucht keine Kapsel und constant und ursprünglich einsaamig mit wandständiger Placenta. Kurz es bleibt nichts übrig, als etwa die, damals noch von ihm richtig angenommene, *radicula infera*, die alleinstehend aber ohne Belang ist. Ihm folgten *Loiseleur des Longchamps* (*Dict. scienc. nat.*) und *Ach. Richard* (*Nouv. elém. bot.*), aber ohne neue Gründe. Endlich stellte *De Candolle* (*Prodr.*) die Familie der Ceratophylleen auf, indem er sich auf *Gray* beruft, und zwar ist ihm dieses von allen Spätern nachgeschrieben. Ob mit Recht, weiss ich nicht, da ich mir *Gray's* Werk durchaus nicht verschaffen konnte, nur ist es auffallend, dass sämmtliche übrigen englischen Schriftsteller stets *De Candolle* als den Urheber der Familie nennen.

Damit war nun *Ceratophyllum* zwar als Familie anerkannt, aber wenig besser daran, denn Niemand wusste, wo sie anzuschliessen sey. Ja es hatte sich durch *De Candolle's* Schuld zugleich die *radicula supera* eingeschlichen, welche zu seltsamen Verkehrtheiten Anlass gab. Als *Familia incertae sedis* findet sie sich noch bei *Lindley* (*Introd. nat. syst.* 1830.) und bei *Bartling* (*Ord. nat. plant.*). *Smith* stellt sie zu den Halorageen, so auch *Kunth* und *Link*. Von diesen weicht aber *Cerat.* ab, als *planta apetala*, *staminibus indefinitis*, *ovario libero* und *radicula infera* und durch ursprüngliche Monöcie. Auch haben die Halorageen wahrscheinlich alle zwei Integumente des Eichens und ein Kennzeichen, auf dessen Bedeutsamkeit in andern Familien schon *Rob. Brown.* (*bot. app. Kings voy. Austral. p.* 549.) aufmerksam machte, dass nämlich die Rhaphe an der der Placenta abgekehrten Seite des Saamens verläuft. Alles dieses ist genügend, *Ceratophyllum* himmelweit von den Halorageen fortzurücken.

Schon *De Candolle* stellte die Frage, ob vielleicht. *Cerat.* mit Najas verwandt sey, welches nach Einigen zwei Kotyledonen habe. *De Candolle* hat, wahrscheinlich aus Schonung, diese Einigen nicht näher bezeichnet. *Reichenbach* indessen

Digitized by Google

in seinem Buche, welches er natürliches System nennt*), zählt zu seiner Familie der *Ceratophylleae* ohne weiteres Najas und, damit Niemand gegen diese Verkupplung Einspruch thue, fügt er kühnlich hinzu, Najas keime mit zwei Saamenlappen. Da die Keimung von Najas nirgends beschrieben, noch abgebildet ist, so involvirt das die Behauptung, Hr. *Reichenbach* habe dies selbst beobachtet. Ich kann aber nicht umhin, das zu bezweifeln; da ich öfters Gelegenheit hatte, Najas keimen zu sehen, so kann ich versichern, dass es eine grundehrliche Monokotyledone**) ist, wie übrigens auch ohnehin jeder, der nur will, aus dem *Richard* (*Embryons endorrh.* Taf. 1. Fig. 33.) oder aus dem ersten besten Saamen selbst lernen kann. Die Saamen sind doch wahrlich gross genug.

Ich könnte hier auch noch *C. H. Schultz* erwähnen, da ich aber sein System bei spätern Botanikern weder widerlegt, noch angeführt finde, so denke ich mir, dass es stillschweigend *ad acta* gelegt sey, was denn ich hiermit auch gethan haben will.

Die neuste Ansicht endlich über die Stellung der *Ceratophylleae* hat *Lindley* (*Nat. Syst.* 1836.) und schon früher in seinem *Nixus plantarum* bekannt gemacht. Er hätte nun wohl besser gethan, damit zu warten, bis er wenigstens einmal einen Saamen von der Pflanze angesehen hätte, dann wäre es gewiss unterblieben, denn die *radicula supera* ist's doch allein, die ihn verführt, die Familie zu seinen *Urticeae* zu stellen, und man kann sich wohl fast die Mühe sparen die einzelnen Unterschiede aufzuzählen, man müsste sonst die ganzen Pflanzen beschreiben. Schon der Bau des Saamens ist der directe Gegensatz bei diesen beiden Familien. Die *Urticeae* haben ein *Ovulum erectum* und folglich *radicula supera* (da das

*) Man denke nur z. B. an die Stellung von *Xanthium* bei den Umbelliferen.

**) *Link* (*Elem. philos. bot.* 1887.) stellt *Najas*, *Ruppia*, *Lemna* und *Ceratophyllum* zusammen und sagt, man könne sie Najadeen nennen. Eine Familie soll das hoffentlich nicht vorstellen; was es aber heissen soll, ist mir unklar.

Digitized by Google

Eichen atrop ist), *Ceratophyllum* dagegen eine *radicula infera* beim *ovulum pendulum*.

Von allen bis jetzt erwähnten Ansichten ist also keine haltbar. Vielleicht liessen sich indess für die Richard'sche Ansicht noch einige Gründe beibringen, welche dieselbe weniger exorbitant erscheinen lassen und wenigstens eine Annäherung der *Ceratophylleae* und *Coniferae* begünstigen möchten. Die oben gegebene Beschreibung der männlichen Blüthe stimmt mit der der Coniferen (besonders der Abietineen) überein. Wenn man ferner das schuppige offne Ovarium der Coniferen (*Rob. Brown*) mit hängendem Ovulum schliesst, so ist das Ovarium von *Ceratophyllum* vollständig gegeben. Auch finden sich ja bei den Coniferen Ovarien mit einem hängenden Eichen und ebenfalls bis auf eine Blüthe reducirte, von einigen sterilen Bracteen umgebene Zapfen, z. B. *Podocarpus* u. s. w.: „endlich sind auch die wirtelständigen Blätter ein Analogon für den Stand der Aeste bei den meisten Abietineen, und der Blätter bei den Cupressineen."

Auch die Entwicklungsgeschichte giebt einige Andeutungen; so fand ich die sackförmige Erweiterung des Pollenschlauchs innerhalb des Eichens auch bei Taxus.

Doch ich will hier nur andeuten und man würde mich missverstehen, wenn man glaubte, ich wolle wirklich hier eine Verwandtschaft begründen. Ich bin im Gegentheil der Meinung, dass *Ceratophyllum* noch viel zu isolirt dasteht und dass es erst spätern Untersuchungen oder Entdeckungen möglich seyn wird, über diese Pflanze mit Sicherheit zu bestimmen.

## §. 10. Zur Bestimmung der Formen.

Die Aufstellung von Species ist zu allen Zeiten bei dieser Pflanze ein Stein des Anstosses gewesen. *Vaillant* hatte seine Unterscheidung hauptsächlich auf die Blätter gebaut. Spätere, z. B. *Linné*, nahmen mehr Rücksicht auf die Frucht; doch fand hier viel Verwirrung statt. In *De Candolle's Prodr.* z. B. ist offenbar als *C. submersum* nur eine Form von *demersum* beschrieben, und wahrssheinlich nur eine unreife Frucht. *Cha-*

Digitized by Google

*misso* glaubte auf die Verschiedenheit der Frucht noch mehr Species gründen zu können, irrte aber, indem er die wirklich reife Frucht nicht von der unreifen unterschied und, was nur Bildungsstufen sind, als Species beschrieb. *Sowerby* glaubte in der Form der Bracteen genügende specifische Kennzeichen gefunden zu haben.

*Wahlenberg* war wohl der erste, welcher auch die Linnéeschen Species zusammenwarf. Er führt *submersum* als eine niedrigere, in tieferm Wasser wachsende Varietät an. Vergleicht man nun die von *Chamisso*, *Roxburgh* (*l. c.*), *Wight* (*l. c.*) und *Guillemin* (*l. c.*) gegebenen Beschreibung der Früchte, so sieht man gleich, dass sie stetige Uebergänge derselben Form bilden und selbst, ohne die Natur zu Rathe zu ziehen, sieht man schon ein, dass auf solche Weise keine Formen auseinander zu halten sind. Meine eignen Beobachtungen geben kurz folgende Resultate:

1) Dass die Zahl der Blattsegmente kein genügender Unterschied sey, ist schon längst von den Botanikern anerkannt und ich fand sowohl an den Originalexemplaren in *Willdenow's Herbarium*, als auch an allen andern, mir zu Gesichte gekommenen Exemplaren, dass gar kein Unterschied in dieser Beziehung existirt.

2) Die von *Smith* (*engl. Flora*) auf *Sowerby's* Autorität hin angegebne Unterschied der Bracteen bei *C. dem.* und *subm.* hat sich mir bei genauerer Untersuchung nicht bestätigt. Ich benutzte in dieser Beziehung Blüthenexemplare, die ich der gütigen Mittheilung des Dr. *Lucae* verdankte, die gerade zufällig fast lauter 8theilige Blätter hatten, also gewiss zu dem sog. *submersum* gehörten, ferner reife Früchte von Exemplaren, die *Chamisso* gesammelt, und andere, die Hr. *Flörke* in Mecklenburg gesammelt und die mir durch *Kunth* mitgetheilt wurden, bei allen fand ich constant die Bracteen mit zwei Spitzen versehen. Wahrscheinlich ist die ganze Sache nur ein Flüchtigkeitsfehler *Sowerby's*, der 1800 nicht auf die Zähne der Bracteen achtete, die ihm daher 1802 bei der andern Species auffallend erschienen.

Digitized by Google

3) Was endlich die Fruchtformen betrifft, so ist bei den drei neusten Species *C. missionis Wall.*, *C. verticillatum Roxb.* und *C. cristatum Guill.* durchaus nicht zu ersehen, wie sie sich von *C. muricatum Ch.* unterscheiden sollen, namentlich kann ich die völlige Identität für *C. missionis* bestätigen, von der ich Wight'sche Originalexemplare in *Kunth's* Herbarium untersuchen konnte. Was die Chamisso'schen Species betrifft, so fallen *C. muricatum* und *tuberculatum*, als Zustände völliger Reife von *C. platyacanthum* und *oxyacanthum* fort.

Ich benutzte bis jetzt zu meinen Untersuchungen nur einen Fleck von etwa 10 Schritt in's Gevierte in der Havel bei Pichelsberg unweit Spandau. Bei über 100 Saamen, die ich dort sammelte, fand ich eine so stetige Reihe von Uebergängen zwischen den 5 ersten Species von *Chamisso* (und oft sogar mehrere Formen z. B. *Cerat. platyacanthum* und *oxyacanthum*, oder ein andermal *oxyacanthum* und *apiculatum* an demselben Exemplar), dass ich mich für berechtigt halte, alle diese 5 Species wieder in eine einzige zu vereinigen. — Es bliebe somit also wieder bei den beiden alten Species von *Linné*. — Nun fand ich aber unter andern eine völlig reife Frucht, bei welcher der Stylus und der eine Stachel nur als Höckerchen erschienen, der andere Stachel aber ganz spurlos fehlte. Ferner bemerkte ich, dass *C. platyacanthum Cham.* meist an den obern Zweigen grosser Pflanzen vorkommt, *oxyacanthum* tiefer, oder bei niedrigern Exemplaren, noch tiefer endlich die eben von mir erwähnte Form und *apiculatum Chamisso*. Dasselbe giebt der so genau beobachtende *Wahlenberg* für *C. submersum* an. Zugleich bemerkt man, dass *C. submersum* im Norden am häufigsten ist, *C. muricatum Ch.* und die angrenzenden 3 neuern Species fast die einzigen in der Nähe der Tropen sind und dass die übrigen Chamisso'schen Species in der gemässigten Zone die Verbindungsglieder ausmachen, ohne dass jedoch die andern Formen ausgeschlossen wären. Es scheint hieraus ziemlich natürlich zu folgen, dass es nur eine Species giebt, bei der aber die grössere oder geringere Ausbildung der Stacheln, zu denen die Anlagen immer vorhanden sind, lediglich von der Intensität des Lichtes abhängt, welchem die Pflanze ganz oder zum Theil aus-

Digitized by Google

gesetzt ist. Von dieser einen Species würde man dann aber drei Hauptformen unterscheiden können, ohne dabei zu vergessen, dass Formen vorkommen, die eben so gut der einen als der andern Hauptform angehören.

Als Resultat der vorstehenden Betrachtung würde sich nun etwa Folgendes vorläufig für diese Familie feststellen lassen:

## *CERATOPHYLLEAE De C.*

*Plantae herbaceae, submersae, rigidae, Foliis verticillatis, dichotomo-partitis, totius Hemisphaerae borealis incolae.*

*Flores monoici, amentacei, nudi, in axillis foliorum sessiles.*

*Mas Amentum; flores singuli, monandri, inferiores bracteati. Antherae subsessiles biloculares, quadricellulatae, loculis ab axi aversis, apice poro dehiscentibus; Pollen membrana unica donatum.*

*Femina Amentum ad florem unicum bracteatum redactum, bracteis sterilibus auctum. Ovarium uniloculare, uniovulatum; ovulo pendulo, atropo; integumento simplici. Stylus pervius, stigmate simplici, filiformi.*

*Fructus Drupa, putamine ligneo, bracteis persistentibus cincto. Semen pendulum, integumento membranaceo-simplici. Albumen ex cellulis aliquot plumulam cingentibus constans. Embryo rectus, dicotyledoneus, plumula valde effigurata, radicula crassa, infera.*

## *GENUS UNICUM CERATOPHYLLUM.*

*Character idem ac familiae.*

## *SPECIES UNICA*). CERATOPHYLLUM VULGARE (mihi).*

*α. C. Platyacanthum. Stylo excrescente, spinis la-*

*) Spätere Untersuchungen haben mich in Betreff der Unterscheidung von *C. demersum* und *submersum* wieder zweifelhaft gemacht,

Digitized by Google

*tioribus, ala saepius crenulata connatis, interdum etiam lateribus spinescens.*

*β. C. Oxyacanthum. Stylo persistente, spinis basilaribus teretibus.*

*γ. C. Muticum. Stylo plus minus evanido, spinis, alaque nullis.*

---

## Erklärung der Tafel XI.

Fig. 119. Anthere von Aussen gesehen.

Fig. 120. Längsschnitt der männlichen Inflorescenz, *a.* Bracteen, *b.* Anthere, *c.* Filamente abgeschittener Antheren.

Fig. 121. Bracteen von Aussen gesehen.

Fig. 122. Querschnitt einer Anthere.

Fig. 123. Pollenkörner.

Fig. 124. Ein zerdrücktes Pollenkorn mit austretendem Inhalt.

Fig. 125. Ein ganz junges Ovarium mit Ausnahme des Stylus der Länge nach durchgeschnitten. *a.* Bractee.

Fig. 126. Pollenschlauch und seine sackförmige Erweiterung beim Antritt an den Nucleus nebst dem blinden Seitenast (§. 6.).

Fig. 127. Spitze des Nucleus und Embryosack bald nach der Befruchtung. Man sieht den Pollenschlauch, den Embryo mit seinem Stipes und die Endospermzellen im Entstehen.

Fig. 128. Endospermzellen in ihrer höchsten Entwicklung, in der sie alle die Circulation zeigen. *a.* Untere kleinere Zellen mit Zellenkernen. *b.* Embryo. Man sieht in jeder grösseren Zelle auf der Spitze des aufsteigenden Stromes die §. 6. beschriebne lose Zelle. Eine solche ist

---

ohne dass ich zum Abschluss gekommen wäre, die andern Species sind auf jeden Fall unhaltbar.



Digitized by Google

Fig. 129. besonders abgebildet.

Fig. 130. Längsschnitt eines Ovarium von mittlerer Entwicklung. *a.* Aeussere Pericarpschicht; *b.* innere. *c.* Gefässbündel des Ovarii. *d.* Gefässbündel der Placenta. *e.* Chalaza. *f.* Integument des Ovuli. *g.* Vertrocknete Endospermzellen. *h.* Embryo mit fast ganz ausgebildeten Kotyledonen, aber noch zapfenförmiger Plumula.

Fig. 131. Theil eines reifen Saamens. *a.* Chalaza. *b.* Entfaltete Endospermzellen. *c.* Stelle, wo der Kotyledon des Embryo abgeschnitten ist. *f.* Internodium zwischen Kotyledon und erstem Blattpaar. *d.* Erstes Blattpaar. *o.* Die übrige Plumula.

Fig. 132. Ein reifer Saame mit höchst entwickelten Stacheln als Typus für *var. α. platyacanthum.*

Fig. 133. Ein reifer Saame mit runden Stacheln als Typus für *var. β. oxyacanthum.*

Fig. 134. Ein reifer Saamen ohne Stacheln, und warzenförmigem Stylusrest als Typus für *var. γ. muticum.*

Digitized by Google

# XII.

## Nachträge zur Kenntniss der Ceratophylleen.

Einzuschalten ist:

### §. 6. *b.* Keimung.

Von den im October 1836 eingesammelten und in einem Glase mit Flusswasser hingestellten Saamen keimte der erste am 25. Juni 1837. Ihm folgten mehrere oft in Zwischenräumen von vielen Wochen.

Die erste Erscheinung des Keimens ist, dass die Frucht von der Basis nach der Spitze zu in zwei Valveln aufspringt. Diese Spalte geht durch die Basilarstacheln, und theilt auch diese in zwei Theile, der verholzte Stylus bleibt aber ganz, und die Valveln klaffen nur, ohne sich ganz von einander zu trennen. Nun schiebt sich durch Verlängerung der beiden Kotyledonen das Radicularende hervor, die Kotyledonen krümmen sich etwas, so dass die Radicula nach unten gerichtet wird, die Plumula nach oben. Während dieser Zeit färbte sich der ganze Embryo intensiv grün. Das erste Blattpaar entwickelt sich deutlich von den dicken Kotyledonen verschieden als Blätter, und dann so fort der übrige Theil der Plumula, ohne dass eine, der Bemerkung werthe Erscheinung fernerhin einträte. Die Radicula dagegen bleibt fortwährend ein grünes Zäpfchen, und entwickelt sich gar nicht weiter. Ich habe die jungen Pflanzen in langen



Digitized by Google

Glascylindern, deren Boden mit Schlammerde bedeckt war, bis zur Länge von 11 Zoll gezogen, wobei sich schon viele Seitenäste gebildet hatten, ohne dass sich die Radicula im geringsten verändert hätte, oder anderswo Wurzeln zum Vorschein gekommen wären. Die Abbildung giebt zwei Zustände der Keimung.

Es ergiebt sich aus dieser Keimung als Resultat:

1) dass die Pflanze entschieden als Dikotyledon anzusehen ist, und

2) dass es eine *planta libera* ist, und nie durch Wurzeln am Boden befestigt wird, ja merkwürdiger Weise, der Function nach, gar keine Wurzeln besitzt. Auffallend war es mir schon früher gewesen, dass in keiner auch noch so genauen Beschreibung der Pflanze der Wurzeln Erwähnung geschieht, und dass mir bei der grossen Menge von Individuen, die durch meine Hände gingen, ebenfalls nie eine Wurzel zu Gesicht gekommen war.

Auf alles, was ich sonst von der Pflanze gesagt, hat die Keimung keinen Einfluss, und ich habe somit, soweit an mir lag, alle Verhältnisse dieser interessanten Species erläutert. *Lectores benevoli valete et favete.*

---

Fig. 135. Beginnende Keimung an *Ceratophyllum vulgare var. α.*

Fig. 136. Späterer Zustand an *Ceratophyllum vulg. var. β.*

---

Digitized by Google

# XIII.

## Prodromus monographiae Lemnacearum oder Conspectus generum atque specierum.

Da ich das Glück hatte, das grösste Material benutzen zu können, was noch bis jetzt ein Botaniker für diese interessante kleine Pflanzengruppe beisammen hatte und an den meisten Arten meine Beobachtungen jetzt fünf Jahre fortgesetzt habe, endlich auch dabei von meinem Onkel *Horkel*, dem besten lebenden Lemnaceen-Kenner auf alle Weise unterstützt bin, so darf ich mich wohl für berechtigt halten, an die Bearbeitung einer Monographie der Lemnaceen zu gehen. — Weil das Erscheinen derselben sich aber vielleicht noch etwas verzögern kann, so erlaube ich mir, im Folgenden auszüglich eine Revision der Genera und Species zu geben, und es mag hier eine kurze Angabe des benutzten Materials vorangehen. —

Die Blüthenexemplare der *Wolffia* verdanke ich der gütigen Mittheilung unsers vortrefflichen *Ehrenberg*, der dieselben aus Aegypten mitbrachte. Die Exemplare mit reifen Früchten entdeckte ich im Willdenow'schen *Herbarium sub schedula No.* 17,144 *Lemna ex Rosette*. — Im Jahr 1835 fand ich zuerst *Lemna minor* bei Berlin mit Blüthen und Früchten und seitdem alle Jahr an allen Orten, wo ich aufmerksam darnach suchte. — Im Jahr 1836 fand ich die *Lemna trisulca* in Blüthe

Digitized by Google

und seitdem ebenfalls alle Jahr an allen Orten, wo sie vorkommt. Der Grund, warum diese Art am seltensten mit Blüthen gefunden worden ist, liegt wahrscheinlich darin, dass man zu spät darnach suchte; sie blüht im April und Anfang Mai regelmässig an einzelnen mit der Spitze in's Wasser getauchten Exemplaren (meist in zahlloser Menge), die sich erst nach der Blüthe seitwärts vervielfältigen und dann untersinken. — Erst 1837 entdeckte ich *Lemna gibba* (die bei Berlin die seltenste ist) mit Blüthen, fand sie aber auch seitdem alle Jahr, wo sie überhaupt nur vorkommt, mit Blüthen wieder. — Nach diesen meinen Erfahrungen muss ich behaupten, dass diese drei Arten von *Lemna* durchaus nicht seltner blühen als andere proliferirende Phanerogamen und dass es nur Schuld der Suchenden ist, wenn sie so selten gefunden werden. —

*Lemna polyrrhiza* dagegen konnte ich aller Sorgfalt und Mühe ungeachtet lange nicht in Blüthe finden, bis es mir endlich gelang in diesem Jahre bei Wernigerode die sogenannten männlichen Blüthen zu entdecken, d. h. solche in denen das Pistill nicht völlig entwickelt ist. — So viel mir bekannt, existirt auch nur eine einzige glaubwürdige Nachricht über das Auffinden der Blüthen dieser Pflanze bei *Wiggers* (*Primitiae florae Holsaticae*). —

Die drei erstgenannten Arten der *Lemna* habe ich in allen Stadien ihrer Entwicklung der Blumen und Fruchtbildung und der Keimung vollständig und häufig untersucht.

Bei Aufstellung der Genera befolgte ich im Ganzen dieselben Grundsätze, die bereits von *Schott* und später von *Blume* mit so vielem Glück auf die *Aroideae*, von denen die *Lemnaceae* nur eine Tribus ausmachen, angewendet sind, und ich glaube darin die Natur ziemlich errathen zu haben. —

Wenn irgendwo die Aufstellung eines Genus nach vegetativen Charakteren gerechtfertigt ist, so ist es gewiss der Fall, bei meinem Genus *Spirodela*. — Betrachtet man nämlich den ganzen Complex der Lemnaceen genau, so findet man, dass dieselben die niedrigsten Gruppen der *Aroideae* bilden, und ohne grossen Aufwand von Scharfsinn erkennt man eine klar ausgesprochene Entwicklungsreihe von *Wolffia* (vielleicht der allereinfachsten phanerogamen Pflanze) bis zu der am höchsten organisirten *Spi-*

Digitized by Google

*rodela*, die offenbar den Uebergang zu *Pistia* vermittelt. Das plötzliche Auftreten der beiden Stipularblättchen, die man als Vorbilder der *Vagina stipularis* bei *Pistia* ansehen muss, die auffallende Entwicklung der Spiralgefässchen, ohne dass sich in den äussern Verhältnissen der Pflanze etwas geändert hätte und die hier, als deutlich erkennbarer, mit vielen Wurzeln versehener Knoten sich zeigende Axe sind in dieser Gruppe der allereinfachsten Pflanzen gewiss Momente, bedeutsam genug, um die Aufstellung eines eignen Genus zu rechtfertigen. — Vielleicht giebt auch eine genauere Untersuchung der weiblichen Blüthentheile und der Frucht noch Merkmale an die Hand, um das Genus nach der einmal angenommenen, obwohl ziemlich willkürlichen Methode zu charakterisiren. —

## *AROIDEAE.*

*Tric. Lemnaceae DeC.*

*Herbulae liberae, natantes vel submersae, arrhizae vel* 1—∞ *-rhizae, radicibus calyptra*) terminatis. Vasa spiralia rudimentaria transitoria (in pistillo) vel conspicua (in tota planta). Axis ad punctum redactus, cum foliis in frondem confluens**). —*

*Frons singula planta completa, ex rima* 1 *basilari, vel* 2 *lateralibus prolifera, prole nuda, vel stipulis (foliis*)* 2 *membranaceis aucta. —*

*Hibernaculum bulbillus***) autumno fundum aquae, vere superficiem petens. —*

---

*) *Calyptra nec epidermidis pars soluta, nec forma quaedam effigurata spongiolae radicalis sed organon proprium, jam radicis adhuc in planta latentis apicem circumdans, ab illa et ab parenchymate libera atque distincta. —*

**) Dies im Geiste der alten Schule geschrieben ist leere Fiction. Es muss heissen: *Caulis complanatus folia nisi floris organa nulla rudimentaria squamaeformia.*

***) *Bulbilli definitio = gemma axillaris, cujus partes solito magis carnosae atque connatae sunt, et quae ad propagandam speciem sponte a planta materna secedit. Igitur frons carnosiuscula, arrhiza, autumno ex plantis Lemnacearum procreata et post mortem plantae*

Digitized by Google

*Inflorescentia spadix ob axin suppressum fere nullus, spatha urceolata membranacea staminum evolutione irregulariter fissa.*

*Flores monoici. —*

*Masc.* 1 — 2 *monandri. Filamenta filiformia. Antherae biloculares; loculis subglobosis, apice contiguis, basi remotissimis, bilocellatis; rima longitudinali, laterali dehiscentibus. Pollen globosum, muricatum, rima unica (?) donatum. —*

*Fem.* 1. *Ovarium* 1-*loculare,* 1 — ∞ -(7 *in L. gibba*) *ovulatum; Ovulum anatropum vel hemianatropum vel atropum, integumentis binis. — Stylus continuus, stigma expanso-infundibuliforme.*

*Fructus. Utriculus* 1 — ∞ -*spermus, indehiscens vel capsula circumscissa. —*

*Semen, integumentis binis, externo coriaceo-carnoso, interno membranaceo; endostomio indurato (operculo) in germinatione embryotega. Embryo in axi albuminis carnosi rectus, monocotyledoneus, gemmula deorsum (radiculam) spectans in rima laterali, radicula supera, infera, aut vaga*). —*

† *Vasa spiralia transitoria, vel nulla. Plantae novellae nudae. —*

*A. Frondes rima* 1 *basilari hiantes. Flores in pagina frondis superiori erumpentes.*

---

*maternae ab illa, in superficie aquarum relicta, secedente et fundum stagnorum petente (ut in L. polyrrhiza) aut eum mortua genitrice in aquae fundo sepulta, dum vere in resurrectionem vocatur (ut in ceteris Lemnaceis) merito bulbillus appellatur. Ceterum cl. Reichenbachii narratio de phytochloro in plantas novas excrescente sibi ipsi optima testis est, quod ille ex male observatis male concinnata, et non naturae consentanea protulit. —*

*) *Descriptio embryonis a cl. Brongniart (Archiv. d. Bot.) communicata longe a natura abhorret, nec invenire possum, quidquid illum ad fictionem canalis embryonis partem superiorem percurrentis basi plumulam cordatam foventis seducere potuit.*

Digitized by Google

### 1. Wolffia Horkel Msc.*).

*Horkelia Reichenbach.*

*Flos masculus unicus, filamentum breve crassiusculum. Flos femineus* 1. *Ovarium* 1 - *loculare*, 1 - *ovulatum; ovulo* 1 *erecto, atropo. — Stylus brevis. Fructus utriculus,* 1 - *spermus. — Semen erectum; embryo turbinatus, radicula supera. —*

*a. W. Delilii. Frondes ovales, tenuissimae, geminatim oppositae, arrhizae; labium inferius rimae basilaris productum, appensum, hyalinum. —*

*Lemna hyalina Delile.*

— *ex Rosette Herb. Willd.* 17144.

— *arrhiza Herb. Willd.* 17141.

*b. W. Michelii. Frondes subglobosae, carnosae geminatim oppositae, saepissime solitariae, arrhizae.*

*L. arrhiza Micheli* **).

***B. Frondes rimis binis basilaribus hiantes. Flores e rimis lateraliter prodeuntes.***

### 2. Lemna.

*Flor. masculi* 2, *altero in evolutione praecociori. Fila-*

*) *Nomen Wolffia a celeberr. Horkel ingeniose propositum sine causa sufficiente a cl. Reichenbach rejectum est, cum Wolffia Sprengelii genus, ut permulta ejusdem auctoris minime defendendum, ab ipso jam dudum prudenti silentio abolitum, Horkelia autem, genus optimum Rosacearum, jam prius a cl. v. Schlechtendal propositum atque ubique receptum est. — Definitio Wolffiae a clar. Endlicher (Gener. plantar.) prolata, nec naturae nec definitioni celeb. Horkelii congrua, penitus rejicienda. Cetera quoque de Lemna, exempli causa conjunctio L. trisulcae et gibbae etc., tantum defectu speciminum florentium et vix ita excusantur, cum ea quae in scriptis celeberrimorum virorum Micheli, Wolff, Smithengl. bot., Richard, Brongniart, Nees ab Esenbeck etc. jam dudum prolata sunt, uberiorem cognitionem hujus tribus praeparaverunt.*

**) Der mir früher noch unbekannte Aufsatz des Dr. *Hoffmann* über *L. arrhiza*, welche in grosser Menge in Holland sich findet, und eigne Untersuchung der von *Hoffmann* mitgetheilten Exemplare haben mir gezeigt, dass *L. arrhiza Mich.* ohne Zweifel hierher gehört. — *

Digitized by Google

*menta filiformia, recurva. Ovarium* 1 - *loculare,* 1 - *ovulatum, ovulo erecto, horizontali-hemianatropo. — Stylus elongatus, recurvus. Fructus utriculus,* 1 - *spermus, indehiscens. Semen in fundo affixum, horizontale; embryo conicus, radicula vaga.*

*a. L. minor L. Frondes obovatae-subrotundae, crassiusculae, ternatim quaternatimque rarius pluries cohaerentes, monorrhizae; stipite frondis novellae discreto, fragili.*

*L. cyclostasa Elliot.*

*L. minuta Kunth.*

*L. minima Chev.*

*L. conjugata Willd. herb. No.* 17143.

*b. L. trisulca. Frondes lanceolatae apice preandodentatae, tenues, in stipitem elongatum, persistentem attenuatae, ideoque multifariam aggregatae, exclusis floriferis submersae.*

*Staurogeton Reich.*

*L. intermedia Ruthe.*

*L. cruciata Roxburgh.*

### 3. Telmatophace*).

*Spadix brevissimus, sed manifestus. Flor. masc.* 2. — *Filamenta recurva, medio dilatata. Ovarium uniloculare* 2 — ∞ - *ovulatum ovulis erectis anatropis. Stylus elongatus recurvus. Fructus capsula membranacea, dehiscentia circumscissa,* 2 — *polysperma. Semina erecta; albumen parcissimum; embryo ovatus; plumula maxima, radicula infera. —*

*α. T. gibba. Frondes obovatae vel suborbiculatae. adultae inferne vesiculoso-convexae. Stipite frondis novellae discreto, fragillimo, ideoque frondibus adultis subsolitariis.*

*Lemna gibba Lin.*

*β. trichorrhiza fronde superne rubente, radice longissima. —*

*L. trichorrhiza Thuill.*

†† *Vasis spiralibus in tota planta conspicuis. Fronde*

*) Φακος, ὁ ἐπι των τελματων. Διοσκ.

Digitized by Google

*novella stipulis(foliis*) binis (inferiori et superiori) membranaceis aucta, polyrrhiza.*

### 4. Spirodela.

*Flores masc. 2. Filamentis inferne angustatis. Flor. fem.: Ovarium 2-ovul, ovulis erectis anatropis, stylus . . . . stigma . . . . fructus . . . .*

*a. Sp. polyrrhiza. Frons planiuscula, nervis palmatis, polymorpha, orbicularis — obovata, apice obtuso, vel acuto. —*

*Lemna polyrrhiza L.*
*L. bannatica W. et K.*
*L. orbicularis Kit.*
*K. thermalis P. d. B.*
*L. orbiculata Roxb.*

*Appendix.*

*Lemna arrhiza Mich. secundum observationes clariss. Hoffmann, bona species asservanda est, sed cui generi accensenda, incertum remanet, cum flores et fructus adhuc desiderentur. — Non magnopere a veritate aberrare mihi videtur, qui hanc speciem generi meo Telmatophace subjungat*).*

*Exstat in Steudel nomenclat. bot. adhuc Lemna punctata Meyer, cujus originem extricare non licuit. —*

*Lemna obcordata P. d. B. et Vahl nec non L. dimidiata Rafinesque maximo errore tantum Lemnaceis adnumerantur, cum utraque secundum inspectionem speciminum ab auctoribus ipsis ortorum Ricciae species habenda sit. —*

*) Dies ist falsch nach spätern Untersuchungen. Man vergl. oben *Wolffia Micheli.* — *

# XIV.

## Bemerkungen über die Species von Pistia.

Wenn man nach einem Beispiele sucht, wo der Schein gründlicher und umfassender Gelehrsamkeit nichts verbirgt, als die oberflächlichste und handwerkmässigste Abschreiberei, so darf man nur in unsern systematischen Werken, den sogenannten *Species plantarum*, die endlosen Synonymenregister zu *Pistia stratiotes Linnaei* ansehen. Schon der flüchtigste Blick auf die citirten Abbildungen zeigt die absolute Unmöglichkeit, dass sie dieselbe Pflanze vorstellen sollen. Aber offenbar haben sich die Wenigsten die Mühe gegeben, die abgeschriebenen Citate selbst anzusehen. Kritisch gewürdigt hat sie aber keiner bis auf *Blume*. Indessen wäre es sehr zu wünschen gewesen, dass dieser, wie er die Fähigkeit dazu hatte, auch den Willen gehabt hätte, die Sache mit einem Male auf's Reine zu bringen, denn im Grunde hat er nichts gethan als vorläufig das vorhandene Material so ungefähr nach dem äussern Ansehn auseinander zu legen und den einzelnen Häufchen Namen zu geben. Da dies noch dazu in zwei ganz verschiedenen Epochen geschah und er den zweiten Theil seiner Arbeit ganz ohne Bezug auf seine erste und unvereinigt mit dieser hinstellte, so möchte ich fast behaupten, dass er hier im Gegensatz mit dem Charakter seiner andern bewundernswerthen Arbeiten mehr verwirrt als aufgeklärt hat.

Digitized by Google

Es scheint überhaupt von jeher ein feindliches Verhängniss auf diesen so interessanten Pflanzen gelastet, und den Blick der Botaniker umnebelt zu haben. Seit *Linné* in seinen *Spec. plant.* gegen das ausdrückliche Zeugniss *Rumph's* die Arten der *Pistia* auf seine in der *Flora Zeylanica* aufgestellte *P. stratiotes* beschränkte und schon dazu die allerwidersprechendsten Synonyme aufführte, ist diese Gattung dem kritischen Blicke aller Botaniker entgangen und die allerangenfälligsten, fast generischen Verschiedenheiten sind selbst aus den Händen der Leute unangetastet als *Pistia stratiotes* hervorgegangen, die sich sonst überall durch unnütze Speciesmacherei am meisten berüchtigt gemacht haben, z. B. *Pistia commutata* (*mihi.*).

Schon lange hatte ich die Verschiedenheit der Species und die Mangelhaftigkeit der generischen Beschreibung bei *Pistia* erkannt, und mich auf eine Monographie dieser Gattung vorbereitet. Da nun aber durch *Blume's* Arbeit die meinige grösstentheils überflüssig geworden ist, so will ich in Folgendem nur kurz meine Ansichten über die Arten mittheilen, wobei ich die von *Blume* gegebnen, so weit sie mir als Species gerechtfertigt erscheinen, beibehalten werde. —

Das Material, welches ich benutzte, bestand hauptsächlich aus den Pflanzen des Willdenow'schen und des königlichen Herbariums in Berlin und des Herbariums der Herrn *Kunth* und Dr. *Lucae*, die mir mit bekannter, liebenswürdiger Liberalität die Benutzung ihrer reichen Schätze gestatteten.

Dass *Pistia* nur eine Unterabtheilung der Aroideen begründet, scheint mir völlig ausgemacht, und *Blume* hat dies mit klarem Blick erfasst, und mit gewohnter Gründlichkeit nachgewiesen. (*Rumphia pag.* 76 und 99.) Er hätte noch anführen können, dass *Pistia* im Blüthenbau mit Ausnahme des blos quantitativen Unterschieds in der Zahl der Ovarien und der freilich überhaupt schwer zu deutenden bracteenartigen Anhängsel bei *Pistia* ganz mit seinem *Atherurus tripartitus* übereinstimmt.

Auf der andern Seite scheint er mir aber mit Unrecht *Pistia* von *Lemna* wegrücken zu wollen, denn ich bin der festen Ueberzeugung, dass *Lemna* (vielleicht gar mit *Pistia*

Digitized by Google

vereint) ebenfalls nur eine Unterabtheilung der Aroideen bildet. — Die Ausführung dieser Ansicht wird an einem andern Orte Platz finden. Ich will hier nur auf die vegetativen Analogien aufmerksam machen. Bei *Pistia* tritt die bei den meisten Aroideen noch verlängerte Axe schon zurück und bildet so den Uebergang zu *Lemna*, wo die Unterdrückung der Axengebilde und deshalb auch des *Spadix* vollständig geworden ist. *Pistia* wie *Lemna* sind *plantae liberae natantes* und beide haben die so eigenthümliche *Calyptra* an den Wurzelspitzen, die sich bei beiden, wie ich Gelegenheit hatte zu verfolgen, ganz auf gleiche Weise bildet. Auch zeigt die durch die gleiche Structur des Saamens bedingte Keimung ganz entschiedene Analogien.

Ich kann nicht umhin, meine Verwunderung auszusprechen, dass noch kein Versuch gemacht ist, diese höchst merkwürdigen Pflanzen in unseren botanischen Gärten zu ziehen, denn ohne Zweifel würde es ein Leichtes seyn, aus frischem Saamen, der in feuchte Schlammerde gepackt zu uns gebracht wäre, die Pflanzen zu erhalten.

Der von *Blume* so ausführlich gegebenen generischen Beschreibung habe ich hier nur noch hinzuzufügen, dass die sogenannten Antheren achtzellig sind und daher verglichen mit dem regelmässigen Antherenbau wohl richtiger als diandrische, monadelphe Blüthen gedeutet werden.

Endlich darf ich nicht unerwähnt lassen, dass ich die Analyse der Blüthe von *Turpin* (*Diction. des Scienc. nat. Planches. botan.*) für oberflächlich und in allen wesentlichen Theilen für falsch halte; eine Untersuchung des Originalexemplars würde dies bald entscheiden lassen. Der offenbare Unsinn in der Analyse des Ovarii und des Saamens erweckt auf jeden Fall wenig Vertrauen zu der Richtigkeit der andern Theile. Meiner Ansicht nach ist das Original der Abbildung von *Turpin* mit der Jacquin'schen Pflanze identisch.

Was nun die specifischen Kennzeichen betrifft, so hat *Blume* als solche die Form der *Spatha*, den Umriss der Blätter, und die Zahl der Nerven auf der untern Fläche derselben angedeutet.

Digitized by Google

Der Form der *Spatha* bei trocknen Exemplaren zu trauen, scheint mir ein missliches Ding, ich fand wenigstens an demselben Individuum in dieser Beziehung bedeutende Verschiedenheiten. Der Umriss der Blätter ist allerdings brauchbar, da er zwar hin und wieder und besonders zwischen alten und jungen Pflanzen zu variiren scheint, jedoch innerhalb sehr enger leicht bestimmbarer Grenzen. Dagegen ist die absolute Grösse des Blattes und die Zahl der Blattrippen, wie mir scheint, ganz von dem Alter der Pflanze abhängig und daher als specifisches Kennzeichen durchaus nicht zu gebrauchen.

Dagegen finde ich hauptsächlich folgende brauchbare Merkmale:

1. Die Zahl der Antheren.

2. Die Länge des *Spadix*, ob derselbe nämlich über die Antheren hinausragt oder nicht.

3. Ganz besonders die Gestaltung der Blattnerven und ihrer Vereinigungsstelle auf der untern Blattfläche. Diese Nerven sind entweder als förmliche Lamellen der Fläche aufgesetzt, oder nur stark hervorragend, oder ganz einfach den gewöhnlichen Blattnerven gleich. Bei den meisten Formen fliessen diese Nerven an der Basis des Blattes zusammen und bilden hier eine grössere oder kleinere, meist mit dichtem Haarfilz besetzte Fläche, (*area*) (schon von *Jaquin* so benannt) welche in den verschiedenen Arten eine sehr verschiedene aber constante Form hat.

Danach würden sich denn die vorhandnen Arten, so weit sie mir bekannt geworden, etwa folgendermaassen anordnen und charakterisiren lassen. Ich werde dabei alle zweifelhaften Synonyme weglassen und von den Pflanzen nur diejenigen anführen, die ich selbst untersuchte.

## Pistia Linné.

*Inter alios Blume in Rumphia pag. 76. optime.*

*. *Spadice antheras non superante.*

†. *Antherae tres vel plures.*

1. *P. stratiotes, Blume. Foliis subrotundo-obcordatis, margine undulatis, nervis lamelliformibus in aream basilarem truncatam confluentibus.*

Digitized by Google

*Linné Flora Zeylanica No.* 322.
*Herbar. amboin. VI. p.* 177. *Taf.* 74. *Fig.* 2.
*Roxburgh Corom. plant. III. Taf.* 268.
*Rheede XI. pag.* 63. *Taf.* 32.
*Blume in Rumphia. Pistia stratiotes et crispata (exclusis partim synonymis.).*

Diese Species kenne ich nur aus Beschreibungen und Abbildungen. *Rheede* gehört gewiss hierher, denn seine Abbildung stimmt ganz mit der bei *Rumph* überein, bei beiden findet sich ein *margo undulatus*. Auch haben beide eine gleich geformte *Area*, welche den von *Blume* zu seiner *P. crispata* citirten Pflanzen gänzlich abgeht.

2. *P. aegyptiaca (mihi). Foliis cuneato-obcordatis, nervis prominulis, in aream minutam basilarem confluentibus.* —

*Vessling ad Alpin.* 44 *et* 45.
*Morisson Hist. plant. III. Sect. VI. pag.* 619.
*Herbarium. Willdenow. No.* 12527. *ex Africa.*
Die von *Macé* in Coromandel gesammelten Pflanzen.

Diese letztern Exemplare citirt *Blume* zu seiner *P. stratiotes*, wogegen die Form der Nerven und der *Area* streitet. Ich nenne die Form mit *Morisson* „*aegyptiaca*" weil sie von dorther zuerst beschrieben ist; auch *Blume's P. stratiotes*, *β rotundata* würde hierher gehören wegen der citirten Synonyme, obwohl die Beschreibung durchaus nicht auf die ägyptische Pflanze passt und *Blume* dabei die himmelweit verschiednen occidentalischen Formen vor Augen hatte.

3. *P. crispata, Blume. Foliis obcordatis, angustato-cuneiformibus, nervis simplicibus ad basis usque liberis.*
*Blume l. c. P. crispata (exclusis synonymis.).*
Hierher die Exemplare aus Pondichery im *Herb. parisiens.*

Diese Exemplare bilden gewiss eine gute Species, haben aber mit der bei *Rheede* abgebildeten nicht die entfernteste Aehnlichkeit.

4. *P. minor, Blume. Foliis cuneato-triangularibus minimis, nervis simplicibus ad basin usque liberis.*
*Herb. amboin. VI.* 177. *Kiambam Kitsül.*
*Plukenet. almag. p.* 267.

Digitized by Google

*Plukenet. Phytographia Taf.* 207. *Fig.* 6.
*Blume l. c. P. minor.*
Exemplare von *Commerson* in Java.

Ich hatte diese letztern gezeichnet noch ehe ich die Abbildung von *Plukenet* gesehen und wunderte mich nachher höchlich, dass meine Zeichnung nur als eine Copie der Plukenet'schen erschien. Dass die citirten Exemplare hierher und nicht zu *P. stratiotes* gehören, wie *Blume* will, leidet keinen Zweifel. Ungewiss dagegen bin ich ob *Rumph's Kiambam Kitsiil* hiermit identisch ist, und nicht vielleicht zwei gute Species hier vereinigt sind.

5. *P. occidentalis, Blume. Foliis oblongo-obovatis apice retusis, nervis lamelliformibus, in aream magnam lanceolatam confluentibus.*
*Jacquin Amer. p.* 234.
*Plumier Amer. p.* 30.
*Decourtils Fl. Antill. VII.*
*Turpin* (*Dict. Scienc. nat.*) *Planch.* 7.

Ich kenne diese Pflanze nur aus den Abbildungen; der von *Blume* citirte *Brown* (*Jam.*) gehört wegen der *folia ab imo venosa* gewiss nicht hieher. Noch viel weniger *Sloane* (*Jam.*), der überall nicht wohl unterzubringen ist.

6. *P. linguaeformis, Blume. Foliis oblongis linguaeformibus abruptius in petiolum attenuatis, area obovato-lanceolata.*
*Blume* (*l. c.*) *Pistia linguaeformis.*
Exemplare von *Dombey* in Peru gesammelt.
*β. P. Lepieuri Blume. Differt fructibus et seminibus multo minoribus, foliis majoribus.*
Exemplare von *Lelievre* am Senegal gesammelt.
*γ. P. Gaudichaudii* (*mihi*). *Differt a priori foliis dimidio plus brevioribus.*
Exemplare von *Gaudichaud* und *Lesson* in Lima gesammelt.
Ist vielleicht nur eine jüngere Pflanze.

7. *P. spathulata, Mich. Foliis obovato-orbicularibus, abrupte in petiolum coarctatis, nervis lamelliformibus in aream petiolarem confluentibus.*



Digitized by Google

*Michaux Fl. boreal. am. II.*

Exemplare von *Schiede* in Mexico gesammelt.

††. *Antherae binae oppositae.*

8. *P. commutata, (mihi). Foliis ovali-lanceolatis in petiolum longiorem attenuatis, simpliciter nervosis. (Spatha laete viridi.)*

*Sloane Jam. I. p.* 15. (?)

Exemplare von *Weigel* in Surinam gesammelt.

**. *Spadice antheras processu clavato superante.*

9. *P. obcordata mihi. Foliis cuneato-obcordatis, nervis lamelliformibus in aream petiolarem truncatam confluentibus.*

*Brown. Jam. p.* 329.

*L. Nee in annales de Ciencias nat. No.* 13. *p.* 76.

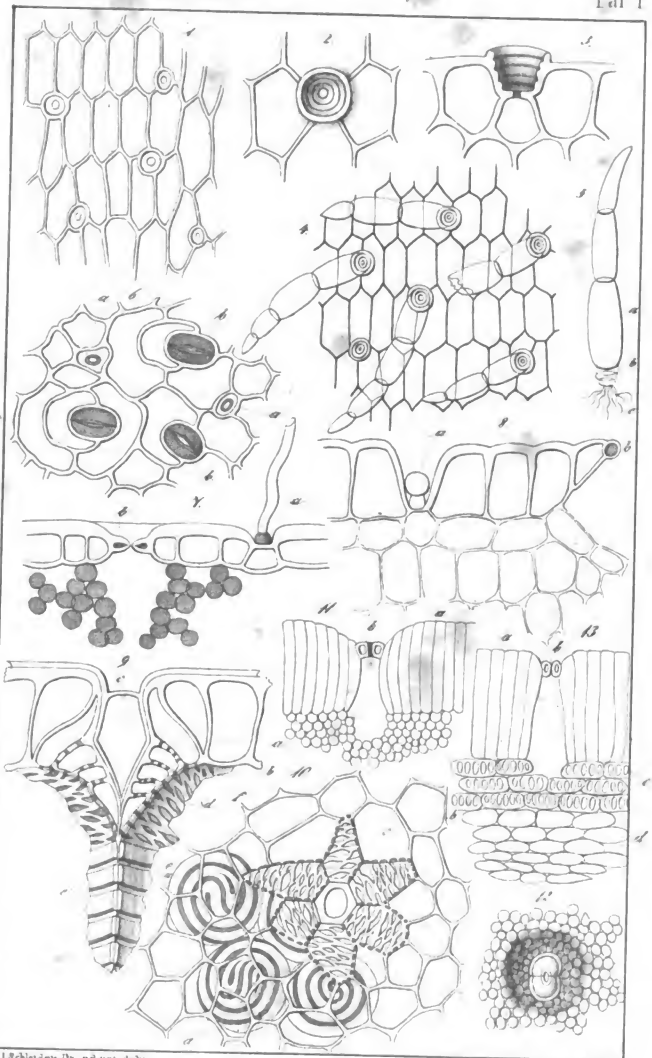
*Kunth in Humboldt et Bonpland. nov. G. et Sp. I. p.* 66.

Exemplare von *Humboldt* in Havannah, von *Luschnath* in Brasilien gesammelt. —

---

Druck von Breitkopf und Härtel.

Digitized by Google

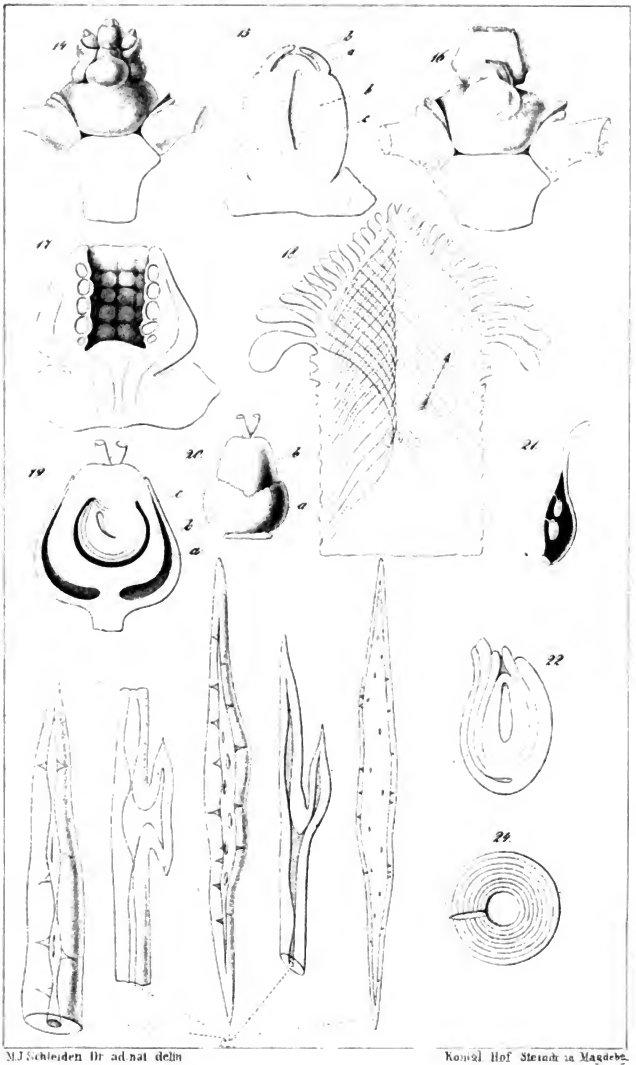


M. J. Schleiden Dr. ad nat. delin.

Kornel Hof-Steindr. in Magdebg.

Digitized by Google

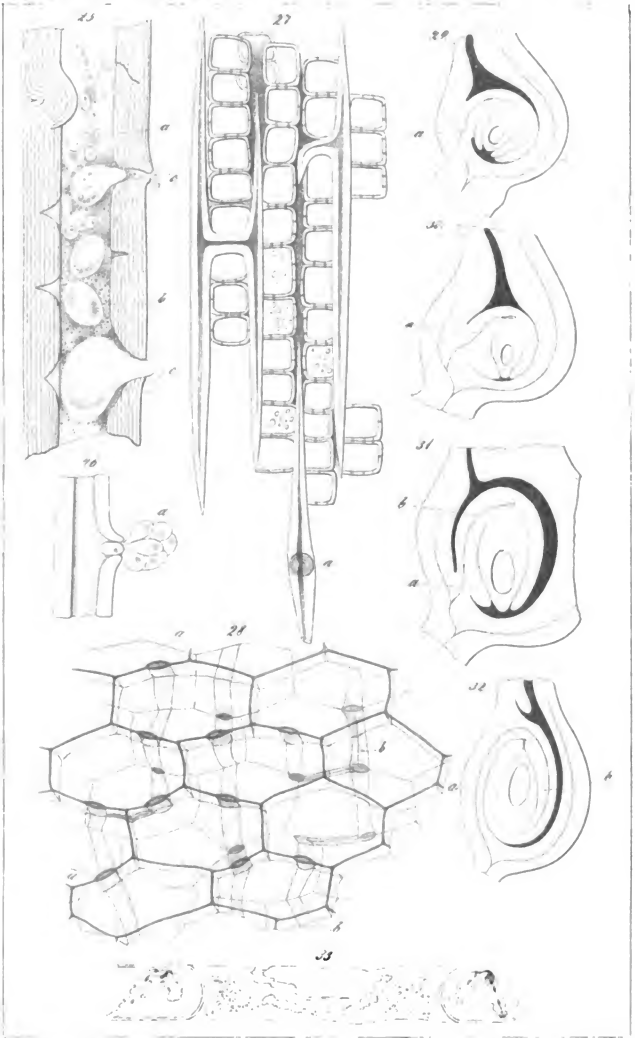
Digitized by Google




M.J. Schleiden Dr. ad nat. delin. Königl. Hof Steindr. in Magdebg.

Digitized by Google

Digitized by Google

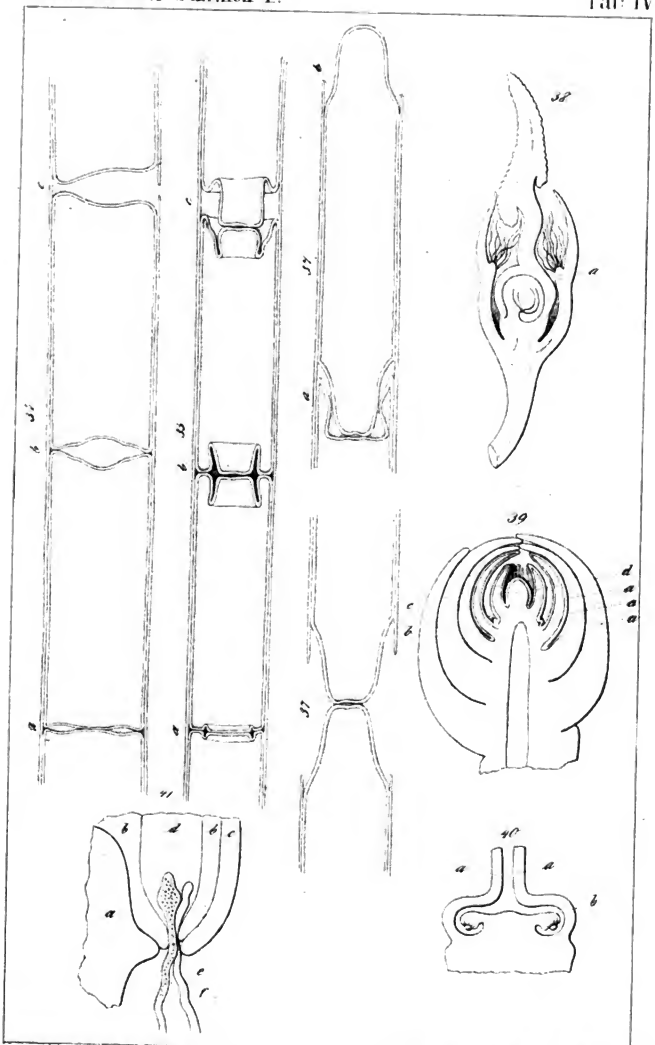



M. J. Schleiden Dr. ad nat. delin.

Königl. Hof-Lithographie in Magdeburg

Digitized by Google

Digitized by Google

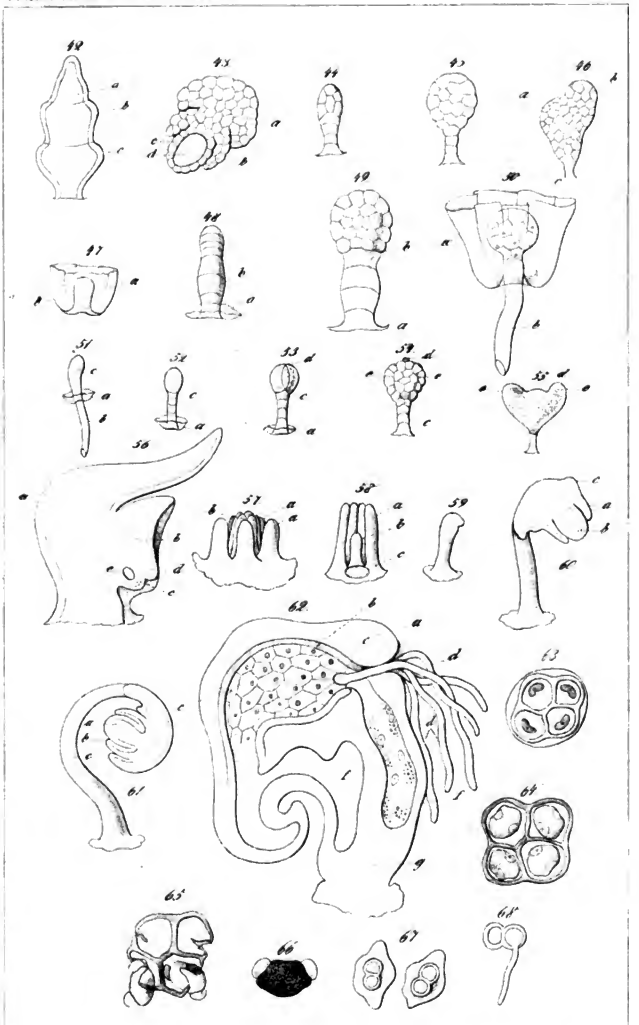


M.J.Schleiden Dr. ad nat. delin

Königl Hof Steindr. in Magdeb.

Digitized by Google

Digitized by Google



M. Schleiden Dr. in nat. delin. Königl. Hof Steindr. in Magdebg.

Digitized by Google

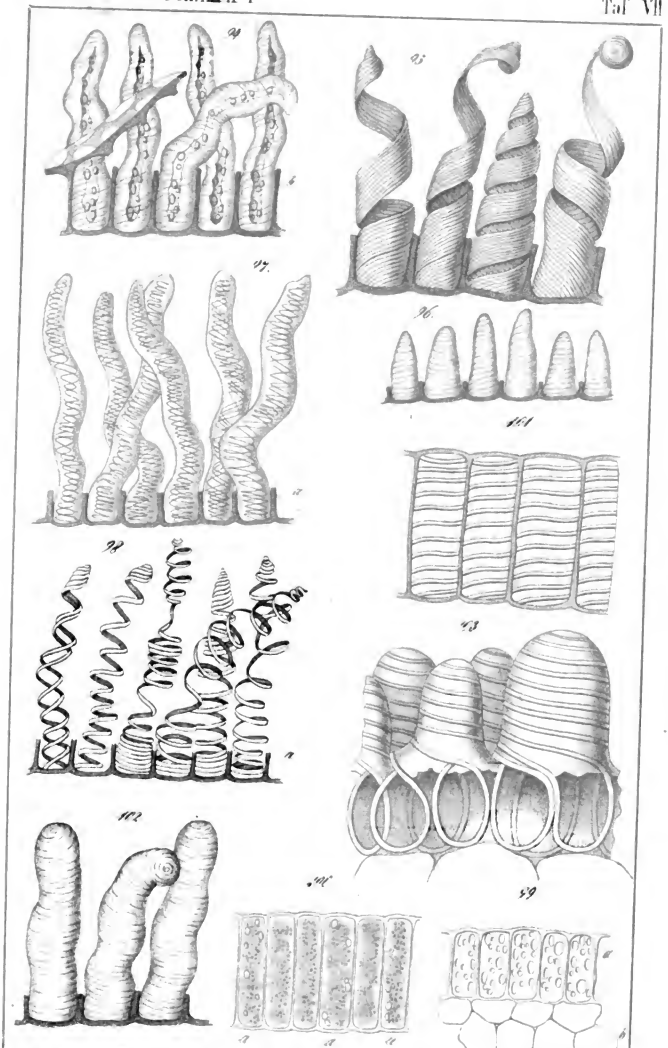
Digitized by Google

M. J. Schleiden Dr. ad nat. delin.

Königl. Hof-Steindr. in Augsburg

Digitized by Google

Digitized by Google

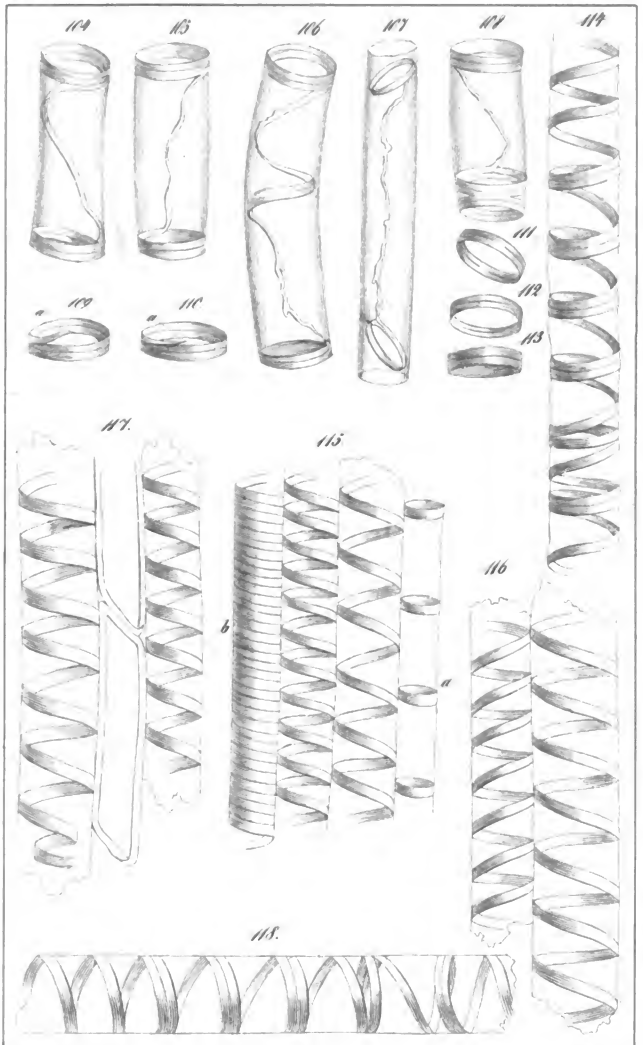



M. J. Schleiden Dr. ad nat. delin.

Königl. Hof-Steindr. in Magdebg.

Digitized by Google

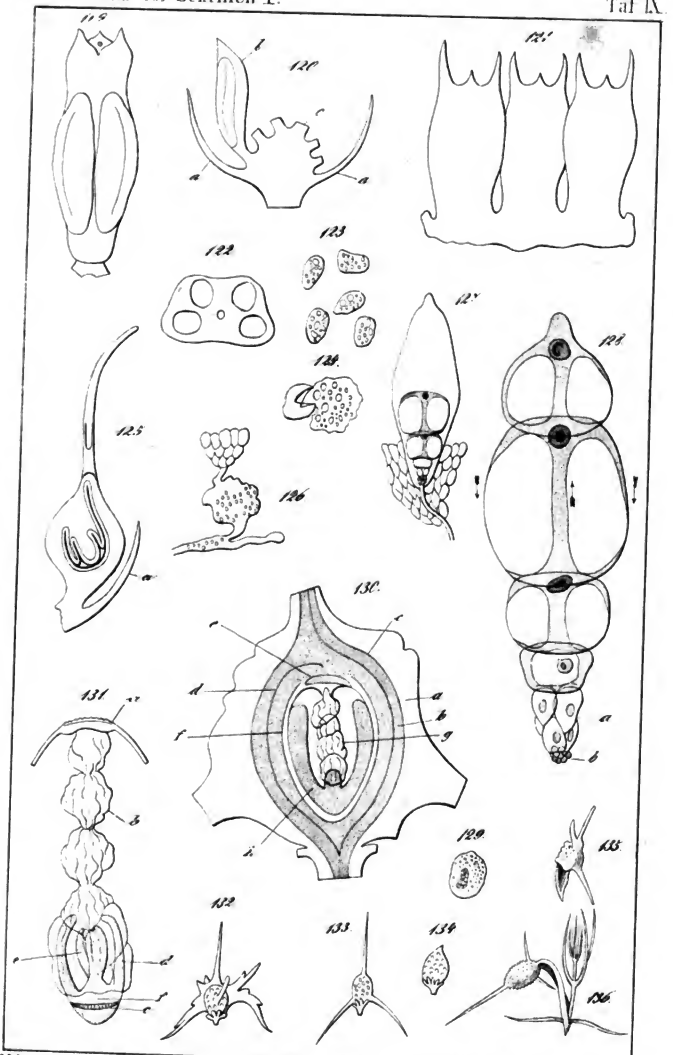
Digitized by Google




M J Schleiden Dr ad nat delin: Königl. Hof-Steindr. in Magdebg.

Digitized by Google

Digitized by Google

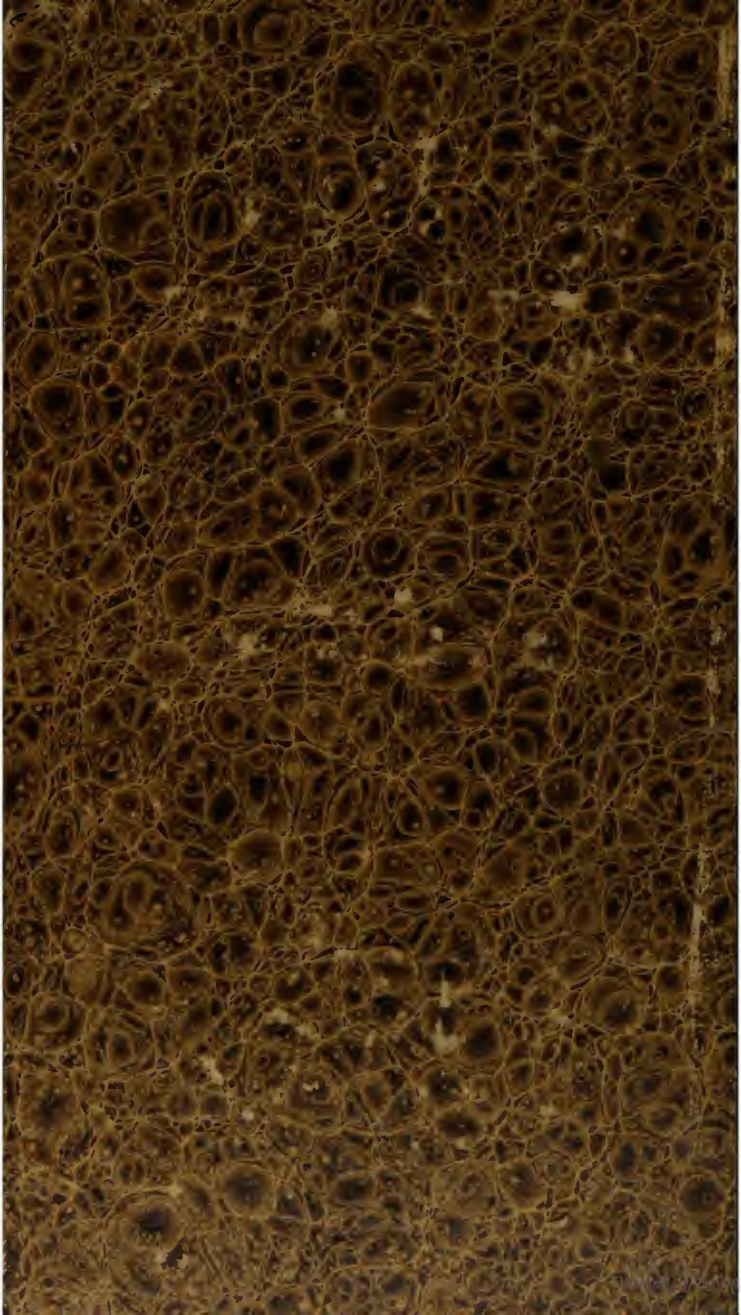



M. J. Schleiden Dr ad nat delin

Königl Hof-Steindr in Magdebg

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google